

Hubungan Indeks Kualitas Air Tanah dengan Jumlah dan Kepadatan Penduduk di Yogyakarta

Ihsan Fauzi Shadiqi¹, Alya Melan Anggraini Suwae², Aulia Maulani Syifa Nur Hidayat³, Any Juliani⁴, Diah Ayu Prawitasari⁵

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang KM 14,5, Krawitan, Umbulmartani, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta 55584

Email: 22513105@students.uii.ac.id

ABSTRAK

Air tanah adalah sumber daya air dengan kuantitas dan kualitas terjamin dimana sekitar 30,1% air dari sumber daya air tawar yang ada di bumi merupakan air tanah. Tingginya kualitas air tanah didukung oleh formasi geologi yang secara alami menyaring dan memperkaya kandungan mineral dalam air tanah. Seiring berjalan waktu, kuantitas dan kualitas ini dapat dipengaruhi oleh peningkatan pertumbuhan penduduk yang bermuara pada peningkatan aktivitas penduduk dan permintaan akan air bersih, terutama di daerah perkotaan. Kota Yogyakarta mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat dengan kepadatan penduduk berjumlah 212.282 jiwa/km² pada tahun 2019 di luasan areanya sebesar 32,5 km². Peningkatan jumlah dan kepadatan penduduk pada tahun 2019 hingga tahun 2022 mengakibatkan *Water Quality Index* (WQI) meningkat atau kualitas air menjadi menurun. *Water Quality Index* (WQI) adalah metode penilaian kualitas air berdasarkan parameter fisika dan kimia. Hubungan antara peningkatan jumlah penduduk dan WQI dianalisis melalui metode uji korelasi. Didapatkan bahwa hasil uji korelasi di tahun 2019 sebesar -0,430; -0,202 di tahun 2020; -0,205 di tahun 2021; -0,207 di tahun 2022; sementara pada tahun 2023 terdapat peningkatan penduduk namun terjadi penurunan WQI dengan nilai korelasi sebesar 0,102. Perbedaan ini menunjukkan kemungkinan peningkatan proses pengelolaan air yang lebih efektif pada tahun ini. Secara keseluruhan, nilai-nilai hasil uji korelasi mengindikasikan adanya kemerosotan kualitas air tanah akibat meningkatnya kepadatan penduduk. Hal ini kemudian menggarisbawahi kebutuhan mendesak akan strategi pengelolaan air tanah berkelanjutan untuk memastikan ketersediaan dan kontinuitas air yang aman bagi masyarakat.

Kata kunci: Hubungan kualitas air dengan kepadatan penduduk; Indeks Kualitas Air Tanah; korelasi kualitas air



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

PENDAHULUAN

Air tanah merupakan salah satu sumber daya air tawar dengan kontribusi sekitar 30,1% dari total air tawar di bumi, menjadikannya sumber utama yang dapat dimanfaatkan manusia dibandingkan dengan sumber airtawar yang lain. Kelebihan air tanah diantaranya adalah kualitasnya yang relatif baik karena terlindung oleh lapisan batuan (akuifer) yang merupakan tempat terjadinya filtrasi atau penyaringan secara alamiah oleh butir tanah dan batuan. Air tanah juga mengandung banyak mineral dalam jumlah yang cukup untuk kehidupan. Namun, pesatnya pertumbuhan penduduk dan urbanisasi yang tidak terkelola dengan baik dapat memengaruhi kualitas air tanah, terutama di kota-kota padat seperti Yogyakarta. Kota Yogyakarta berada di Cekungan Air Tanah Yogyakarta-Sleman, wilayah dengan potensi air tanah tinggi namun rawan pencemaran akibat perubahan penggunaan lahan dan peningkatan aktivitas domestik maupun industri.

Populasi yang terus meningkat di daerah perkotaan berkontribusi terhadap peningkatan produksi limbah domestik dan non domestik yang secara langsung atau tidak langsung mencemari sumber daya air tanah. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang hubungan antara pertumbuhan dan kepadatan populasi dengan indeks kualitas air tanah sangat penting untuk mengembangkan pedoman yang efektif dalam mempertahankan ketersediaan air yang bersih dan sehat di masyarakat. Salah satu metode evaluasi kualitas air tanah yang umum digunakan adalah *Water Quality Index* (WQI). *Water Quality Index* (WQI) atau Indeks Kualitas Air (IKA) adalah metode sederhana dalam survei kualitas air dengan menggunakan sekelompok parameter yang mengurangi sejumlah besar informasi ke nomor tunggal, biasanya berdimensi, dengan cara yang mudah direproduksi. Singkatnya, WQI menyederhanakan informasi berbagai parameter fisik, kimia, dan biologi menjadi satu nilai indeks yang mudah diinterpretasikan (Brown et al., 1970).

Penelitian ini berfokus untuk menganalisis korelasi antara jumlah dan kepadatan penduduk terhadap indeks kualitas air tanah di Kota Yogyakarta selama lima tahun terakhir (2019–2023). Studi ini menganalisis tingkat air tanah dinamis berdasarkan hasil studi literatur dan perhitungan kebutuhan air untuk Kota Yogyakarta, yang dianalisis berdasarkan data sekunder. Tujuan penelitian adalah (1) Mengidentifikasi hubungan jumlah dan kepadatan penduduk dengan kualitas air tanah, (2) Mengevaluasi signifikansi hubungan statistik antara kepadatan penduduk dan tingkat pencemaran air tanah di wilayah Kecamatan di Kota Yogyakarta, dan (3) Menilai pengaruh jumlah penduduk terhadap perubahan indeks kualitas air tanah di wilayah Kecamatan di Kota Yogyakarta.

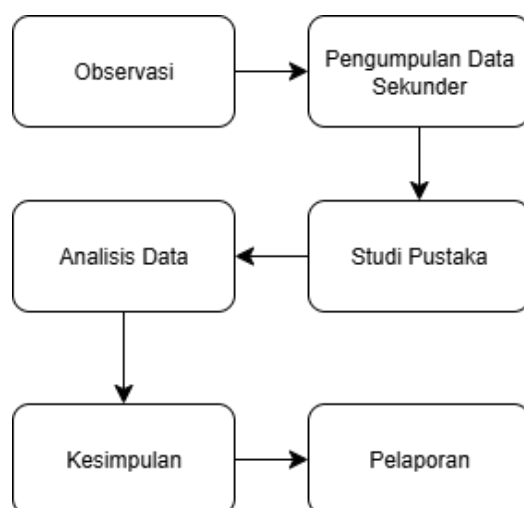
BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan dua data utama yaitu data kependudukan dan data monitoring

kualitas air tanah. Data kependudukan didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta, sedangkan data kualitas air tanah didapatkan dari dokumen IKPLHD (Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah) dan DLH (Dinas Lingkungan Hidup) Kota Yogyakarta yang dapat di akses melalui website <https://lingkunganhidup.jogjakota.go.id/>. Sampel data sekunder yang diambil dari web IKPLHD dan DLH Kota Yogyakarta adalah seluruh Kecamatan di Kota Yogyakarta.

Metode analisis yang digunakan adalah metode analisis statistik dan studi korelasi. Studi korelasi bertujuan mengukur kekuatan dan arah hubungan antara dua atau lebih variabel tanpa manipulasi. Dalam hal ini, hubungan antara indeks kualitas air tanah dengan jumlah dan kepadatan penduduk dianalisis untuk memahami dampak aktivitas manusia terhadap kualitas air tanah. Tahapan dari penelitian yang akan dilaksanakan ditunjukkan dalam gambar sebagai berikut (Gambar 1).



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2 Prosedur Analisis Data

Data kualitas air tanah yang dapat dimanfaatkan dalam perhitungan WQI adalah sebagai berikut:

- | | |
|--|-----------|
| a. Suhu | f. Mangan |
| b. pH | g. Seng |
| c. Kekeruhan | h. Nitrit |
| d. <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) | i. Sulfat |
| e. Besi | |

Adapun, rumus yang digunakan dalam perhitungan WQI adalah sebagai berikut:

$$W_n Q_n = W_n \times Q_n \quad (1.1)$$

Keterangan:

W_n : Bobot relatif, menunjukkan seberapa penting parameter tersebut.
Dihitung dari kebalikan nilai standar (S_n) dan dinormalisasi.

$$Wn = \frac{K}{Sn}, \text{dimana } K = \frac{1}{\sum(\frac{1}{Sn})} \quad (1.2)$$

Qn : Nilai kualitas, dihitung menggunakan rumus:

$$Qn = \left(\frac{Vn}{Sn}\right) \times 100 \quad (1.3)$$

Dimana:

Vn : Nilai rata-rata hasil pengukuran (*Mean concentration*)

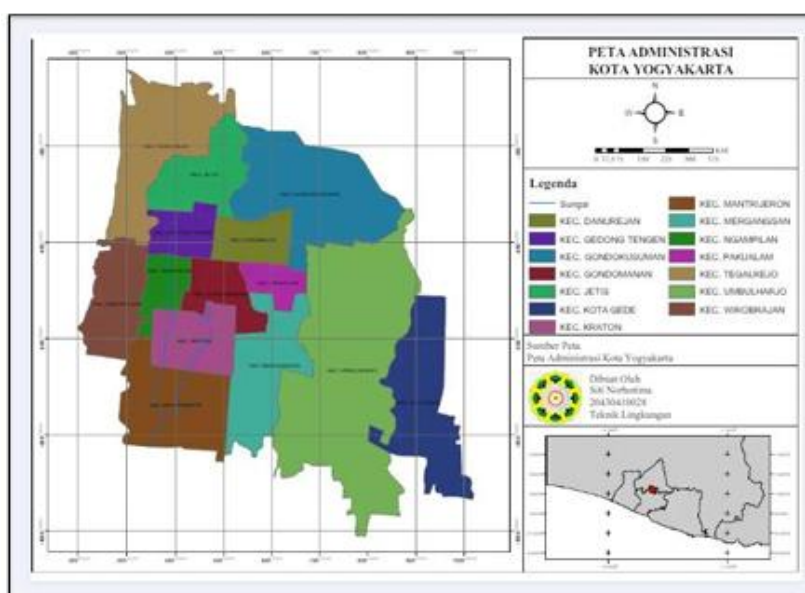
Sn : Nilai standar dari parameter sesuai baku mutu lingkungan

Analisis statistik mencakup pengumpulan, pengolahan, dan penyajian data untuk memahami fenomena yang diamati. Statistik inferensial seperti analisis regresi digunakan untuk mempelajari hubungan antar variabel. *Microsoft Excel* digunakan sebagai alat bantu analisis data. Hasil perhitungan WQI selanjutnya dikorelasikan dengan masing-masing data jumlah penduduk dan kepadatan penduduk.

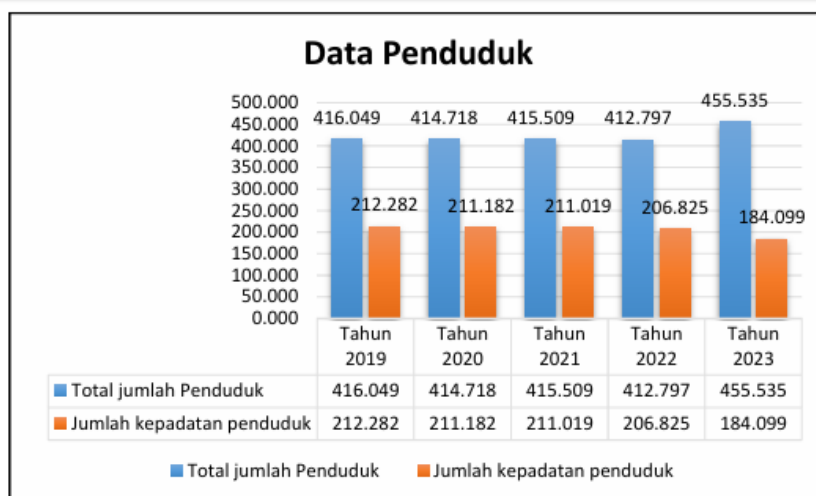
HASIL DAN DISKUSI

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kota Yogyakarta merupakan Ibu Kota Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang memiliki luas sekitar 32,5 km² atau 1,02% dari luas wilayah Provinsi DIY. Kota Yogyakarta terdiri dari 14 kecamatan yaitu: Kecamatan Danurejan; Gedongtengen; Gondokusuman; Gondomanan; Jetis; Kotagede; Kraton; Mentrikeren; Margangsari; Ngampilan; Pakualam; Tegalrejo; Umbulharjo; dan Wirobrajan (Gambar 2). Berdasarkan Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil) Kota Yogyakarta, Kepadatan penduduk Kota Yogyakarta pada tahun 2019 mencapai 212.282 jiwa/km². Data jumlah dan kepadatan Penduduk Kota Yogyakarta di tahun 2019 hingga tahun 2023 dapat diamati dalam Gambar 3.



Gambar 2. Peta Administrasi Kota Yogyakarta



Gambar 3. Grafik Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kota Yogyakarta

3.2 Parameter/Baku Mutu Indeks Kualitas Air Kota Yogyakarta

Dalam pengukuran Indeks Kualitas Air (IKA) sebagai indikator kinerja pemerintah Kota Yogyakarta, parameter yang digunakan sesuai dengan parameter kualitas air sungai dalam Peraturan Menteri Lingkungan hidup dan Kehutanan Nomor 27 Tahun 2021 tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH). Parameter ini terbagi menjadi parameter fisika, kimia, dan biologi. Perubahan parameter ini dapat memengaruhi konsentrasi oksigen terlarut, kecepatan reaksi kimia, dan aktivitas biologis dalam air (L’vovich, 1979). Adapun rata-rata nilai air tanah di Kota Yogyakarta berdasarkan parameter WQI dimuat dalam Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Rerata Parameter WQI Terhadap Air Tanah Kota Yogyakarta

Parameter	Tahun				
	2019	2020	2021	2022	2023
Suhu (°C)	28,43	28,94	28,18	28,53	26,68
Kekeruhan (NTU)	2,17	2,18	1,28	1,34	1,01
pH	6,55	6,57	6,57	6,25	6,77
<i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	8,0	2,4	6,6	4,6	2,4
Besi (mg/L)	0,22	0,20	0,26	0,21	0,01
Nitrat (mg/L)	11,6	1,8	0,1	4,0	17,8

3.3 Analisis Perbandingan *Water Quality Index* (WQI) Air Tanah

Perhitungan *Water Quality Index* (WQI) untuk seluruh kecamatan di Kota Yogyakarta pada tahun 2019 hingga 2023 secara umum dilakukan tanpa memasukkan parameter Cadmium (Cd). Namun, terdapat pengecualian khusus pada data tahun 2019, di mana parameter Cd tetap dimasukkan dalam perhitungan WQI untuk sepuluh kecamatan. Kesepuluh kecamatan tersebut adalah: Danurejan; Gedongtengen; Gondokusuman; Gondomanan; Jetis; Kotagede; Krato; Ngampilan; Tegalrejo; dan Umbulharjo. Pencantuman parameter Cd pada sebagian wilayah ini kemungkinan disebabkan oleh ketersediaan data laboratorium yang memungkinkan analisis lebih lengkap terhadap logam berat, termasuk Cd. Kondisi ini perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil WQI, karena keberadaan parameter Cd dapat memengaruhi nilai indeks secara signifikan, sehingga membandingkan data antar tahun atau antar kecamatan harus mempertimbangkan konsistensi parameter yang digunakan. Berikut tabel yang menunjukkan hasil dari indeks kualitas air tanah di Kota Yogyakarta untuk setiap kecamatan (Tabel 2).

Tabel 2. *Water Quality Index* (WQI) pada tahun 2019-2023

Kecamatan	<i>Water Quality Index</i> (WQI)				
	2019	2020	2021	2022	2023
Danurejan	213.21	2.98	3.93	2.69	0.59
Gedongtengen	324.62	2.32	-	2.53	1.26
Gondokusuman	654.45	3.07	0.51	1.86	0.72
Gondoman	324.62	2.71	8.01	3.53	0.76
Jetis	435.77	2.53	2.71	2.15	0.74
Kotagede	914.93	2.71	2.67	2.70	1.06
Kraton	514.47	1.48	2.90	2.70	0.76
Mentrijeron	3.08	1.49	2.83	2.43	1.10
Margangsan	4.72	4.08	-	2.24	0.82
Ngampilan	431.64	2.62	2.70	3.49	0.88
Pakualam	3.03	2.69	2.73	2.66	1.36
Tegalrejo	662.48	2.61	2.66	2.70	0.98
Umbulharjo	699.13	3.18	2.48	2.48	0.99
Wirobrajan	3.09	2.86	-	4.71	1.78

Analisis data indeks kualitas air tanah dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2023 memperoleh perhitungan nilai indeks kualitas air tanah di Kota Yogyakarta pada setiap kecamatan dengan nilai tertinggi berada pada Kecamatan Kotagede sebesar 914.93 pada tahun 2019 dan nilai indeks kualitas air terendah berada pada Kecamatan Gondokusuman sebesar 0,51 pada tahun 2021.

3.3.1 Analisis Korelasi WQI dengan Jumlah dan Kepadatan Penduduk

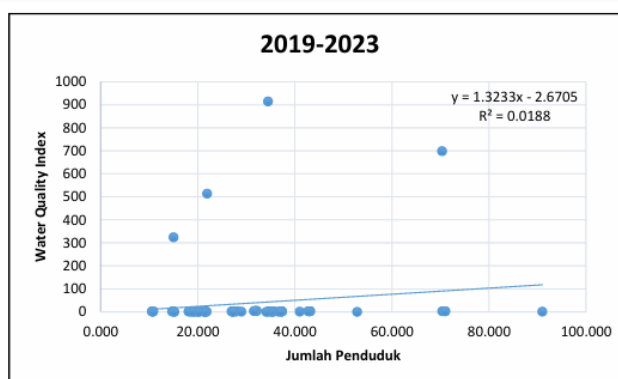
Data jumlah dan kepadatan penduduk masing-masing kecamatan di Kota Yogyakarta disajikan dalam Tabel 3 dan koefisien korelasi yang didapatkan dari perhitungan dimuat dalam Tabel 4. Hasil perbandingan jumlah dan kepadatan penduduk terhadap WQI dapat diamati dalam Gambar 4 dan Gambar 5.

Tabel 3. Jumlah dan Kepadatan Penduduk Tiap Kecamatan Tahun 2019-2023

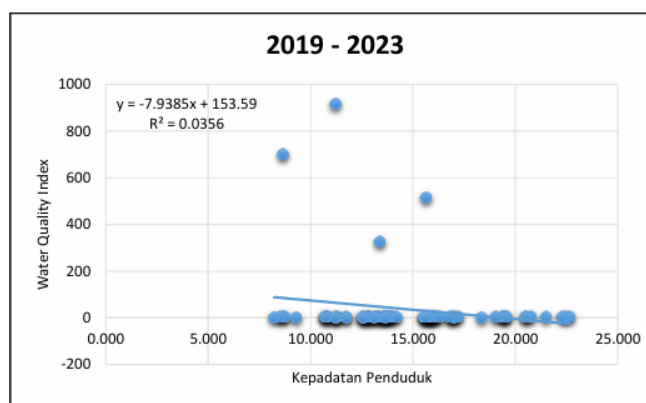
No.	Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)					Kepadatan Penduduk (Jiwa/ Km ²)				
		2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
1	Danurejan	21.50	21.33	21.38	21.11	21.37	19.55	19.39	19.44	19.04	17.00
2	Gedongtengen	19.94	19.71	19.68	19.26	20.10	20.77	20.53	20.50	19.55	16.81
3	Gondokusuman	43.07	42.92	43.18	42.75	52.82	10.80	10.76	10.82	10.73	9.30
4	Gondoman	15.00	14.97	14.87	14.73	15.20	13.39	13.36	13.28	12.89	11.25
5	Jetis	27.28	27.17	27.29	26.98	27.25	16.04	15.98	16.05	15.68	13.65
6	Kotagede	34.47	34.57	34.71	35.07	37.04	11.23	11.26	11.31	11.74	11.23
7	Kraton	21.92	21.81	21.76	21.51	20.25	15.66	15.58	15.54	15.64	13.11
8	Mentrijeron	35.59	35.49	35.47	35.19	36.57	13.64	13.60	13.59	13.17	12.60
9	Margangsan	32.16	31.96	31.88	31.58	34.15	13.92	13.84	13.80	13.75	12.57
10	Ngampilan	18.58	18.43	18.29	18.08	19.02	22.66	22.47	22.30	21.51	18.36
11	Pakualam	10.84	10.74	10.66	10.55	10.79	17.21	17.04	16.92	16.32	14.21
12	Tegalrejo	37.28	37.26	37.39	37.20	41.00	12.81	12.80	12.85	12.56	11.75
13	Umbulharjo	70.34	70.38	71.01	70.94	91.01	8.66	8.67	8.75	8.52	8.22
14	Wirobrajan	28.08	28.00	27.96	27.86	28.96	15.95	15.91	15.89	15.74	14.04

Tabel 4. Koefisien Korelasi

Tahun	Koefisien Korelasi	
	Jumlah Penduduk vs WQI	Kepadatan Penduduk vs WQI
2019	0.397	0.530
2020	0.254	0.201
2021	0.258	0.205
2022	0.260	0.207
2023	0.060	0.101



Gambar 4. Perbandingan Jumlah Penduduk dengan WQI Kota Yogyakarta Tahun 2019-2023



Gambar 5. Perbandingan Kepadatan Penduduk dengan WQI Kota Yogyakarta Tahun 2019-2023

Berdasarkan analisis yang dilakukan, diketahui bahwa jumlah penduduk yang semakin meningkat berpengaruh besar terhadap tingginya nilai indeks kualitas air tanah. Hal ini dikarenakan kebutuhan air terbesar disumbang oleh kebutuhan air domestik (90,43%). Di sisi lain, peningkatan kepadatan penduduk dari tahun ke tahun dapat menyebabkan peningkatan tekanan pada sumber daya air, sehingga kualitas air menjadi buruk (UN Water, 2020). Turunnya kualitas air juga dapat dipicu oleh peningkatan limbah domestik dan non-domestik yang dihasilkan oleh penduduk maupun industri. Limbah mengandung berbagai polutan, seperti bakteri, virus, dan bahan kimia berbahaya, yang memengaruhi kualitas air dan meningkatkan risiko kesehatan bagi masyarakat.

3.4 Analisis Perbandingan Nilai Kualitas Air Tanah dengan *Water Quality Index* (WQI)

Analisis perbandingan nilai kualitas air tanah dengan WQI merupakan proses evaluasi untuk membandingkan nilai kualitas air tanah dengan standar kualitas air yang dimuat dalam WQI. Analisis ini menggunakan teknik agresi yang mampu mengubah data kualitas air yang luas menjadi satu nilai atau indeks yang dimuat dalam Gambar 6.



Gambar 6. Rata-rata WQI di Kota Yogyakarta Pada Tahun 2019-2023

Tabel 5. Klasifikasi WQI (Brown et al., 1970)

WQI	Water Quality
0 – 25	Excellent
26 – 50	Good
51 – 75	Poor
76 – 100	Very Poor
>100	Unit for consumption

Berdasarkan analisis perbandingan kualitas air tanah dengan WQI pada data IPLHD dan DLH tahun 2019-2023, hasil yang didapatkan adalah semakin rendah nilai WQI maka semakin baik kualitas air (Tabel 5). Penurunan nilai ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, meliputi: peningkatan pengelolaan lingkungan dan sistem pengolahan limbah, baik domestik maupun industri oleh pemerintah pusat dan daerah; kesadaran masyarakat akan pentingnya sanitasi dan perlindungan sumber daya air juga mengalami peningkatan, melalui edukasi, sosialisasi, dan kampanye lingkungan; perubahan tata guna lahan menjadi lebih ramah lingkungan seperti ruang terbuka hijau; perluasan layanan air bersih oleh PDAM; kondisi iklim dan curah hujan stabil yang membantu proses pengenceran dan penyaringan alami air tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara kepadatan penduduk dan kualitas air (diukur dengan Water Quality Index/WQI) pada tingkat kepercayaan 99% (taraf 1%). Artinya, kepadatan penduduk tidak secara langsung mempengaruhi kualitas air secara signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa faktor lain seperti pengelolaan air, sanitasi, dan aktivitas manusia lainnya mungkin lebih berpengaruh terhadap kualitas air daripada kepadatan penduduk itu sendiri.

UNGKAPAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Islam Indonesia, Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta, Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta, serta dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan, arahan, dan data penelitian. Dukungan teknis dari rekan mahasiswa serta pihak-pihak yang membantu dalam pengolahan data juga sangat diapresiasi sehingga penyusunan artikel ilmiah ini dapat berjalan dengan lancar. Penulis berharap artikel ini dapat menambah pandangan maupun referensi untuk penelitian kedepannya terkait pengaruh pertumbuhan dan kepadatan penduduk terhadap kualitas air tanah.

REFERENSI

- Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970). A water quality index-do we dare. *Water and sewage works*, 117(10).
- Cude, C. G. (2001). Oregon water quality index a tool for evaluating water quality management effectiveness 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 37(1), 125-137.
- Dinas Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta. (2020). *DOKUMEN INFORMASI KINERJA PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP DAERAH (DIKPLHD) Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2020*. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Dinas Lingkungan Kota Yogyakarta. (2019). *DOKUMEN INFORMASI KINERJA PENGELOLAAN DAERAH (DIKPLHD) Kota Yogyakarta Tahun 2019*. Kota Yogyakarta Dinas Lingkungan Kota Yogyakarta. 2020. *DOKUMEN INFORMASI KINERJA PENGELOLAAN DAERAH (DIKPLHD) Kota Yogyakarta Tahun 2020*. Kota Yogyakarta.
- Dinas Lingkungan Kota Yogyakarta. (2021). *DOKUMEN INFORMASI KINERJA PENGELOLAAN DAERAH (DIKPLHD) Kota Yogyakarta Tahun 2021*. Kota Yogyakarta.
- Dinas Lingkungan Kota Yogyakarta. (2022). *Laporan Hasil Analisa Pemantauan Kualitas Air*. Kota Yogyakarta. Dinas PUP-ESDM Pemda DIY. 2022. *Profil Balai Pialam*. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- UN Water. 2020. UN Water menyatakan bahwa pertumbuhan penduduk yang cepat dapat meningkatkan tekanan pada sumber daya air, sehingga dapat mempengaruhi kualitas air tanah.
- WHO. 2019. World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa peningkatan jumlah penduduk dapat mempengaruhi kualitas air tanah akibat peningkatan limbah domestik dan kebutuhan air.
- World Health Organization. 2019. *Water, Sanitation and Hygiene (WASH)*