

TUGAS AKHIR

**EVALUASI INDIKATOR KEKERUHAN DAN KOLIFORM
SEBAGAI PARAMETER PENDUKUNG DALAM ANALISIS
KANDUNGAN NITRAT PADA AIR TANAH DI KOTA
YOGYAKARTA (2020-2023)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



FACHRYL RAMDHAN MUTTAQIEN

20513089

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2024

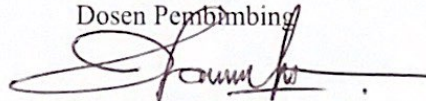
TUGAS AKHIR
EVALUASI INDIKATOR KEKERUHAN DAN KOLIFORM
SEBAGAI PARAMETER PENDUKUNG DALAM ANALISIS
KANDUNGAN NITRAT PADA AIR TANAH DI KOTA
YOGYAKARTA (2020-2023)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



FACHRYL RAMDHAN MUTTAQIEN
20513089

Disetujui,
Dosen Pembimbing



Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D.

NIK. 165131304

Tanggal: 12/12



Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

FAKULTAS TEKNIK SIPIL
DAN PERENCANAAN

Anv. Juliant, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.

NIK. 045130401

Tanggal: 12/12

HALAMAN PENGESAHAN

**EVALUASI INDIKATOR KEKERUHAN DAN KOLIFORM
SEBAGAI PARAMETER PENDUKUNG DALAM ANALISIS
KANDUNGAN NITRAT PADA AIR TANAH DI KOTA
YOGYAKARTA (2020-2023)**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Kamis

Tanggal : 12 Desember 2024

Disusun Oleh:

FACHRYL RAMDHAN MUTTAQIEN

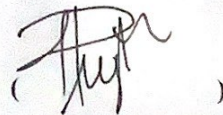
20513089

Tim Penguji:

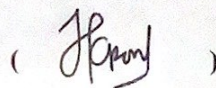
Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D.

()

Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D.

()

Ikrom Mustofa, S.Si., M.Sc.

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Tulisan ini merupakan hasil orisinil dan belum pernah diajukan untuk tujuan mendapatkan gelar akademik di Universitas Islam Indonesia atau lembaga pendidikan tinggi lainnya.
2. Karya ini merupakan produk dari pemikiran, perumusan, dan penelitian saya sendiri, dengan panduan dan bimbingan dari Dosen Pembimbing, tanpa melibatkan pihak lain.
3. Dalam tulisan ini, tidak ada penggunaan karya atau pandangan orang lain kecuali jika diakui secara jelas dalam teks dengan menyebutkan nama penulisnya dan mengikutsertakannya dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di masa mendatang terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 12 Desember 2024

Yang membuat pernyataan,

A yellow rectangular official stamp from Universitas Islam Indonesia (UII) is visible. It contains the text "UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA", "FACULTY OF THEOLOGY", and "DEPARTMENT OF THEOLOGY". Below this, the name "FACHRYL RAMDHAN MUTTAQIEN" is printed. A handwritten signature in black ink is written over the stamp. The signature appears to be "Fachryl Ramdhan Muttaqien".

Fachryl Ramdhan Muttaqien

NIM: 20513089

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis memiliki kesempatan untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir yang berjudul “Analisis Kualitas Air Tanah Di Kota Yogyakarta Berdasarkan Parameter Nitrat” dengan baik.

Begitu banyak bimbingan, petunjuk, dorongan dan bantuan baik secara moral maupun material. Serta doa restu dari semua pihak yang telah penulis dapatkan selama dalam penyelesaian Tugas Akhir. Maka dengan segala kerendahan hati, perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa melimpahkan nikmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
2. Bapak dan Ibu serta Kakak atas segala doa dan dukungan yang selalu selalu mengiringi tiap langkah dalam perjalanan hidup penulis. Terima kasih sudah menjadi tempat untuk berteduh yang hangat;
3. Bapak Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan saran, bimbingan dan juga penilaian kepada penulis mulai dari penyusunan proposal hingga penyelesaian tugas akhir ini;
4. Para dosen dan pengajar yang selama ini telah memberikan ilmu maupun fasilitas yang sangat bermanfaat untuk penulis selama proses menempuh Pendidikan di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia;
5. Keluarga Merak Jawa dan teman-teman seperjuangan angkatan 2020 yang telah menemani dan membantu penulis selama proses perkuliahan dan juga telah memberikan banyak cerita dimasa kuliah.

Penulis sadar bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Terlepas dari hal tersebut, penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk pembaca dan penelitian selanjutnya. Kritik dan saran yang membangun penulis sangat dibutuhkan agar tugas akhir ini menjadi lebih baik.

Akhir kata, penulis meminta maaf sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang dirugikan oleh penulis akibat ucapan maupun perbuatan penulis yang kurang berkenan secara langsung maupun tidak langsung.

Yogyakarta, 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, representing the name Fachryl Ramdhan Muttaqien.

Fachryl Ramdhan Muttaqien

ABSTRAK

FACHRYL RAMDHAN MUTTAQIEN. Analisis Kualitas Air Tanah Di Kota Yogyakarta Berdasarkan Parameter Nitrat. Dibimbing oleh Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Kota Yogyakarta saat ini menghadapi permasalahan kualitas air tanah yang rentan terhadap pencemaran, terutama kandungan nitrat, *fecal coliform*, dan *total coliform*. Faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran ini antara lain kepadatan pemukiman, aktivitas industri, pertanian, dan pembangunan konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan nitrat serta parameter pendukung (*fecal coliform* dan *total coliform*) dalam air tanah di Kota Yogyakarta, serta untuk mengetahui pola sebaran pencemaran dan potensi sumber pencemarnya. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pengukuran sampel air tanah yang diambil dari tiga puluh titik di berbagai kelurahan di Kota Yogyakarta pada tahun 2020 hingga 2023. Hasil penelitian menunjukkan kandungan nitrat masih memenuhi baku mutu, namun untuk parameter pendukung di beberapa titik sampel tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023. Nilai nitrat tertinggi tercatat di SMP N 4 Yogyakarta pada tahun 2023 (13,18 mg/L). Nilai kekeruhan tertinggi tercatat di Kantor Kelurahan Pakuncen pada tahun 2023 (36,7 NTU), dan konsentrasi *fecal coliform* serta *total coliform* juga melebihi batas aman di beberapa lokasi, seperti Kantor Kelurahan Tahunan pada 2020 (120 CFU/100 mL) dan Kantor Kelurahan Sosromenduran pada 2021 (200 CFU/100 mL). Dilihat dari pola sebarannya secara visual, hanya kekeruhan yang memiliki kesamaannya dengan nitrat. Pola sebaran kadar nitrat yang tinggi cenderung mengarah pada wilayah bagian utara dan tengah. Hal ini dilihat dari potensi sumber pencemar nitrat berasal dari aktivitas manusia seperti limbah rumah tangga dan penggunaan pupuk kimia di lahan pertanian.

Kata kunci: Air tanah, *Fecal coliform*, Nitrat, Pencemaran, *Total coliform*, Yogyakarta

ABSTRACT

FACHRYL RAMDHAN MUTTAQIEN. *Analysis of Groundwater Quality in Yogyakarta City Based on Nitrate Parameters. Supervised by Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D.*

The city of Yogyakarta is currently facing issues with groundwater quality, which is vulnerable to contamination, particularly in terms of nitrate, fecal coliform, and total coliform content. Factors influencing this contamination include high population density, industrial activities, agriculture, and construction development. This study aims to analyze nitrate content along with supporting parameters (fecal coliform and total coliform) in Yogyakarta's groundwater and to identify patterns of contamination distribution and potential pollution sources. The data used in this research were obtained from groundwater sample measurements collected from thirty points across various neighborhoods in Yogyakarta from 2020 to 2023. The results indicate that nitrate levels remain within quality standards, although supporting parameters in several sample points do not comply with the standards set by the Minister of Health Regulation No. 2 of 2023. The highest nitrate level was recorded at SMP N 4 Yogyakarta in 2023 (13.18 mg/L). The highest turbidity level was recorded at the Pakuncen Village Office in 2023 (36.7 NTU), and fecal coliform and total coliform concentrations also exceeded safe limits in several locations, such as the Tahunan Village Office in 2020 (120 CFU/100 mL) and the Sosromenduran Village Office in 2021 (200 CFU/100 mL). Based on the visual distribution patterns, turbidity is the only parameter that correlates with nitrate. High nitrate levels tend to be concentrated in the northern and central parts of the city. These findings suggest that the potential sources of nitrate pollution stem from human activities, such as household waste and the use of chemical fertilizers in agricultural areas.

Keywords: Contamination, Fecal Coliform, Groundwater, Nitrate, Total Coliform , Yogyakarta

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Gambaran Umum Kota Yogyakarta	5
2.2 Pengertian Air Tanah	6
2.3 Kualitas Air Tanah	7
2.3.1 Kualitas Fisik	8
2.3.2 Kualitas Kimia	10
2.3.3 Kualitas Biologi	12
2.4 Nitrat.....	13
2.4.1 Pengertian Nitrat	13
2.4.2 Bahaya Nitrat	14
2.5 Tanah Guna Lahan	15
2.6 Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Lokasi.....	19

3.2	Metode Penelitian.....	20
3.3	Metode Pengambilan Data	21
3.4	Metode Analisis.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Lokasi Penelitian dan Titik Pengambilan Sampel Dinas Lingkungan Hidup	23
4.2	Analisis Dampak Kualitas Air Tanah	26
4.3	Nilai Kadar Nitrat dan Kadar Parameter Pendukung.....	27
4.3.1	Nilai Nitrat (NO_3^-) Di Kota Yogyakarta.....	27
4.3.2	Nilai Kekerusuhan	30
4.3.3	Nilai <i>Fecal coliform</i>	33
4.3.4	Nilai <i>Total coliform</i>	36
4.4	Analisis Pola Sebaran Spasial	40
4.4.1	Pola Sebaran Nitrat	40
4.4.2	Pola Sebaran Kekerusuhan	43
4.4.3	Pola Sebaran <i>Fecal coliform</i>	45
4.4.4	Pola Sebaran <i>Total coliform</i>	47
4.5	Hubungan Antara Parameter Nitrat Dengan Parameter Pendukung (Kekerusuhan, <i>Fecal Caliform</i> Dan <i>Total Caliform</i>)	50
4.5.1	Hubungan Antara Parameter Nitrat Dengan Kekerusuhan.....	50
4.5.2	Hubungan Antara Parameter Nitrat Dengan <i>Fecal coliform</i>	54
4.5.3	Hubungan Antara Parameter Nitrat Dengan <i>Total coliform</i>	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	60
5.3	Rekomendasi Kebijakan.....	60
DAFTAR PUSTAKA		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Administrasi Kota Yogyakarta Sumber: Peta Tematik Indonesia	5
Gambar 2. 2 Peta Rencana Pola Ruang Wilayah Kota.....	16
Gambar 3. 1 Peta Wilayah Kota Yogyakarta.....	19
Gambar 3. 2 Peta Titik Persebaran Uji Kualitas Air Tanah	20
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 4. 1 Peta Titik Persebaran Tahun 2020 - 2023.....	23
Gambar 4. 2 Kadar Nitrat Air Tanah di Kota Yogyakarta Tahun 2020-2023.....	28
Gambar 4. 3 Kadar Kekeruhan Air Tanah di Kota Yogyakarta Tahun 2020-2023	31
Gambar 4. 4 Kadar <i>Fecal Coliform</i> Air Tanah di Kota Yogyakarta Tahun 2020-2023.....	34
Gambar 4. 5 Kadar <i>Fecal Coliform</i> Air Tanah di Kota Yogyakarta Tahun 2020-2023.....	37
Gambar 4. 6 Grafik Tren Kadar <i>Total coliform</i> Melebihi Baku Mutu Tiap Tahun	39
Gambar 4. 7 (a) Pola Sebaran Nitrat Tahun 2020; (b) Pola Sebaran Nitrat Tahun 2021; (c) Pola Sebaran Nitrat Tahun 2022; (d) Pola Sebaran Nitrat Tahun 2023	41
Gambar 4. 8 (a) Pola Sebaran Kekeruhan Tahun 2020; (b) Pola Sebaran Kekeruhan Tahun 2021; (c) Pola Sebaran Kekeruhan Tahun 2022; (d) Pola Sebaran Kekeruhan Tahun 2023	44
Gambar 4. 9 (a) Pola Sebaran <i>Fecal coliform</i> Tahun 2020; (b) Pola Sebaran <i>Fecal coliform</i> Tahun 2021	46
Gambar 4. 10 (a) Pola Sebaran <i>Total coliform</i> Tahun 2020; (b) Pola Sebaran <i>Total coliform</i> Tahun 2021; (c) Pola Sebaran <i>Total coliform</i> Tahun 2022; (d) Pola Sebaran <i>Total coliform</i> Tahun 2023.....	49
Gambar 4. 11 Perbandingan Nitrat dengan Kekeruhan Tahun 2020.....	50
Gambar 4. 12 Perbandingan Nitrat dengan Kekeruhan Tahun 2021.....	51

Gambar 4. 13 Perbandingan Nitrat dengan Kekeruhan Tahun 2022.....	52
Gambar 4. 14 Perbandingan Nitrat dengan Kekeruhan Tahun 2023.....	53
Gambar 4. 15 Perbandingan Nitrat dengan <i>Fecal coliform</i> Tahun 2020.....	54
Gambar 4. 16 Perbandingan Nitrat dengan <i>Fecal coliform</i> Tahun 2021.....	55
Gambar 4. 17 Perbandingan Nitrat dengan <i>Total coliform</i> Tahun 2020	56
Gambar 4. 18 Perbandingan Nitrat dengan <i>Total coliform</i> Tahun 2021	56
Gambar 4. 19 Perbandingan Nitrat dengan <i>Total coliform</i> Tahun 2022	57
Gambar 4. 20 Perbandingan Nitrat dengan <i>Total coliform</i> Tahun 2023	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi	9
Tabel 2. 2 Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi	12
Tabel 2. 3 Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi	13
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu.....	17
Tabel 3. 1 Data Sekunder Yang Diperoleh.....	21
Tabel 4. 1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel Tiap Tahunnya.....	24
Tabel 4. 2 Persentase Nilai Acuan Baku Mutu Tiap Tahun	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu sumber daya alam yang sangat penting dan dibutuhkan guna mendukung kehidupan ataupun aktivitas manusia saat ini ialah air tanah (Prastistho *et al.*, 2018). Air tanah yang berkualitas baik juga dapat mempengaruhi kebutuhan manusia terutama dalam menjaga keseimbangan serta kebutuhan bahan baku air yang digunakan untuk kepentingan rumah tangga seperti mencuci, memasak, dan kebersihan hingga digunakan dalam aktivitas industri (Rejekiningrum, 2009). Beberapa daerah di Indonesia maupun di seluruh dunia yang sulit terhadap akses air untuk kebutuhan publik sehingga air tanah merupakan satu-satunya sumber air bersih yang dapat diunggulkan. Di Indonesia sendiri yang memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi, air tanah dapat berperan penting dalam mengisi cadangan air jika musim kemarau. Namun dengan meningkatnya aktivitas industri dan pertanian serta masalah polusi domestik sering kali mengancam kualitas air tanah. Biasanya aktivitas tersebut dapat mencemari air yang mengandung kadar nitrat (Widiyanto *et al.*, 2015).

Penggunaan air tanah yang telah terkontaminasi oleh kandungan nitrat salah satunya dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Kandungan Nitrat yang telah mencemari air tanah biasanya berasal dari pupuk pertanian, limbah industri, dan limbah rumah tangga, yang larut ke dalam tanah dan mencemari air tanah (Sulistyani, 2012). Jika air tanah mengandung kadar nitrat yang tinggi lalu digunakan untuk minum dan memasak dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti *methemoglobinemia* atau *blue baby syndrome*. *Methemoglobinemia* dapat disebabkan oleh oksidasi hemoglobin yang mengubah hemoglobin menjadi methemoglobin, yang tidak dapat membawa oksigen (Ardhaneswari & Wispriyono, 2022). Peningkatan methemoglobin dalam tubuh mengurangi kemampuan darah untuk membawa oksigen, menyebabkan sianosis, hipoksemia jaringan, dan dalam kasus parah, kematian. Pada bayi di bawah enam bulan, nitrat dapat memicu perkembangan methemoglobinemia, yang dapat berujung pada kematian neonatal. Selain dampaknya terhadap kesehatan,

pencemaran nitrat juga dapat mencemari lingkungan. Air tanah yang mengandung nitrat tinggi ini nantinya dapat menyebabkan eutrofikasi yang memicu pertumbuhan alga berlebih. Pertumbuhan alga ini dapat menghabiskan oksigen dalam air, membunuh ikan dan organisme air lainnya, serta mengganggu ekosistem perairan (Wulandari *et al.*, 2021).

Kualitas air tanah di sekitar Yogyakarta salah satunya yang dapat dibilang sangat rentan terhadap pencemaran terutama kandungan nitrat. Hal ini dikarenakan adanya beberapa faktor, seperti masih adanya kegiatan pertanian di sekitar dengan adanya penggunaan pupuk kimia secara intensif yang dapat menyebabkan kandungan nitrat meresap ke dalam tanah dan mencemari tanah (Nuraya *et al.*, 2022). Kadar nitrat dapat mempengaruhi terhadap kualitas air tanah dapat disebabkan oleh banyaknya limbah domestik dari pemukiman sekitar yang tidak dikelola dengan baik dapat mengandung nitrat yang tinggi. Selain itu pengelolaan air yang tidak optimal dan kurangnya sistem pengolahan limbah yang efektif dapat memperburuk kondisi ini (Sulistoyani, 2012). Dari beberapa faktor tersebutlah membuat sekitar kawasan sangat rentan terhadap pencemaran nitrat yang dapat berdampak negatif pada kualitas air tanah yang nantinya akan digunakan oleh masyarakat.

Penelitian ini mengarah pada sekitar kawasan Kota Yogyakarta dikarenakan ketersediaan serta kualitas air tanah tidak dapat dijamin, terutama di area pemukiman yang cukup padat. Masalah kualitas air tanah menjadi salah satu isu penting dalam lingkungan, sehingga perlu untuk melakukan pemantauan secara berkala setiap tahunnya. Air tanah yang digunakan masyarakat sekitar biasanya berupa air sumur, sehingga perlu dilakukan pemeriksaan kualitas air tanah, terutama kualitas senyawa kimia untuk mengetahui apakah kondisi kualitas air sumur tersebut tercemar atau tidak oleh adanya nitrat (NO_3^-) yang berbahaya bagi kesehatan serta pada lingkungan. Namun, pemantauan kualitas air tanah tidak hanya cukup berdasarkan parameter nitrat, perlu adanya parameter pembanding seperti tingkat kekeruhan, *fecal coliform*, dan *total coliform* yang juga mencerminkan kontaminasi biologis dan fisik dari aktivitas manusia. Dalam beberapa tahun kebelakang, sudah dilakukan penelitian dilokasi Ngaglik,

Yogyakarta mengenai kualitas air tanah berdasarkan parameter mikrobiologi oleh (Sanjaya *et al.*, 2023). Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada analisis kadar kualitas air tanah di sekitar Kota Yogyakarta untuk parameter nitrat, kekeruhan, *total coliform*, dan *fecal coliform*. Selain itu data yang diperoleh dapat dijadikan data pendukung untuk melakukan upaya pemantauan kualitas air tanah dan penanganan aktivitas apa saja yang berpotensi terjadinya pencemaran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada penelitian ini didapat rumusan masalah sebagai berikut dibuat sebagai pertanyaan yang hendak dijawab di dalam penelitian:

- 1) Apakah data yang tersedia dapat menggambarkan kondisi kadar nitrat pada air tanah di sekitar Kota Yogyakarta?
- 2) Bagaimana pola persebaran spasial konsentrasi nitrat di sekitar kawasan Kota Yogyakarta
- 3) Darimana potensi sumber pencemar nitrat dalam air tanah di kawasan Kota Yogyakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain, yaitu:

- 1) Mengidentifikasi ketersediaan data sekunder kadar nitrat dalam kualitas air tanah di sekitar Kota Yogyakarta .
- 2) Menganalisis pola persebaran spasial konsentrasi nitrat dalam kualitas air tanah di sekitar kawasan Kota Yogyakarta.
- 3) Mengetahui potensi sumber pencemar nitrat dalam air tanah di sekitar kawasan Kota Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh terhadap penelitian ini yaitu, sebagai berikut:

- 1) Memperoleh informasi mengenai kondisi kualitas air tanah dengan menyajikan data bentuk spasial dengan memanfaatkan software GIS untuk memudahkan menampilkan kondisi secara keseluruhan dari hasil analisis.
- 2) Memberikan pemahaman dan menerapkan ilmu yang diperoleh pada saat perkuliahan khususnya mengenai kualitas air tanah.
- 3) Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai potensi sumber pencemar serta bahaya kandungan nitrat pada air terhadap kesehatan.
- 4) Dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya ataupun yang berkaitan.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

- 1) Lokasi penelitian dilakukan di sekitar kawasan Kota Yogyakarta.
- 2) Data kualitas air tanah yang digunakan adalah parameter nitrat (NO_3), Kekruhan, *Fecal coliform*, *Total coliform*
- 3) Analisis kualitas air tanah berfokus pada parameter nitrat dan parameter pembanding (*total coliform*, dan *fecal coliform*) dengan melihat pengaruh tata guna lahan.
- 4) Baku mutu kualitas air tanah pada parameter nitrat (NO_3) beserta kekeruhan, *total coliform*, dan *fecal coliform* (disesuaikan dengan lokasi dan parameter yang didapatkan dari data Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta) yaitu Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.
- 5) Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari pelaporan Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta pada laporan kualitas air tanah tahun 2020 hingga 2023.

BAB II

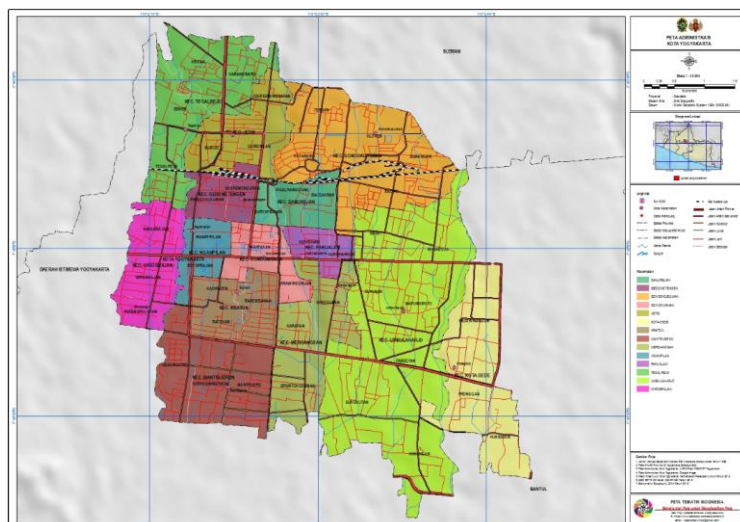
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Kota Yogyakarta

Kota Yogyakarta terletak pada provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kota Yogyakarta merupakan tempat yang berada pada daerah dataran lereng aliran Gunung Merapi yang memiliki kemiringan lahan yang relatif datar pada 0 – 2% dengan ketinggian rata-rata 126 meter dari permukaan laut. Pada buku Kota Yogyakarta dalam Angka 2023, Kota Yogyakarta memiliki luas wilayah sebesar 32,5 km². Kota ini terdiri dari 14 kecamatan dan 45 kelurahan serta memiliki jumlah penduduk sebanyak 373.589 jiwa dengan perbandingan penduduknya yaitu 48,72% jiwa laki-laki serta 51,28% jiwa perempuan. Dalam perbandingan jenis kelamin pada kota ini ialah sebesar 95,01%,. Selain itu untuk penduduk kecamatan yang relatif paling banyak penduduknya ialah Umbulharjo dengan jumlah penduduknya 68.576 jiwa.

Berikut merupakan batas wilayah Kota Yogyakarta:

- Bagian utara berbatasan dengan Kabupaten Sleman.
- Bagian timur berbatasan dengan Kabupaten Bantul dan Sleman.
- Bagian selatan berbatasan dengan Kabupaten Bantul.



Gambar 2. 1 Peta Administrasi Kota Yogyakarta
Sumber: Peta Tematik Indonesia

2.2 Pengertian Air Tanah

Air tanah secara umum adalah air yang berasal serta berada pada lapisan tanah, yang dimana air tersebut berada pada bagian tanah tak jenuh ataupun air yang berada pada lapisan tanah jenuh. Air yang berada pada bagian lapisan tanah tak jenuh (*soil water*) merupakan penunjang kehidupan vegetasi yang berada dipermukaan. Sedangkan air yang berada pada bagian lapisan tanah jenuh yaitu (*groundwater*) yaitu sebagai deposit air pada lapisan tanah yang dapat keluar melalui mata air (*artesis*), atau tinggal dalam lapisan tanah sebagai air fosil (*fossil water*). Akibat pertumbuhan penduduk dunia yang cepat, permintaan manusia akan air terus meningkat. Permintaan ini mencakup kebutuhan akan air bersih, air untuk keperluan industri, serta air untuk pertanian. Kondisi ini mendorong manusia untuk terus berusaha memenuhi kebutuhan tersebut, termasuk dengan menggunakan teknologi untuk mengambil air fosil.

Berikut adapun pengertian air tanah menurut beberapa ahli yang sudah banyak dikemukakan, serta mereka dapat memberikan definisi yang sesuai dengan pandangan dan bidang ilmunya masing-masing:

- 1) Menurut Scanlon, air tanah adalah air yang tersimpan/terperangkap di dalam lapisan batuan yang mengalami pengisian/penambahan secara terus menerus oleh alam.
- 2) Menurut Bouwer, air tanah adalah air yang terdapat di bawah permukaan bumi dalam ruang pori tanah dan di rekahan formasi batuan.
- 3) Menurut Llamas & Santos, air tanah adalah air yang ditemukan di ruang antara partikel tanah dan retakan pada batuan bawah tanah yang terletak di zona jenuh.
- 4) Menurut Herlambang, air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat dalam ruang antar butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut akuifer.
- 5) Menurut Danaryanto, air tanah adalah semua air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah, termasuk mata air (*artesis*).

- 6) Menurut Kumar, air tanah adalah air di bawah permukaan tanah yang sebagian besar berasal dari air permukaan yang telah merembes ke bawah.

Air tanah memiliki dua makna, air tanah (*soil water*) yang merupakan air yang berada di bawah permukaan tanah namun terdapat pada pori-pori dan batuan atau partikel tanah yang berada pada lapisan tanah jenuh (*vadose zone*). Sedangkan air tanah dasar (*ground water*) ialah air yang berada di ruang antara partikel tanah serta rekahan batuan di bawah permukaan tanah yang terletak pada lapisan tanah jenuh (*saturated zone*). Air tanah dasar sendiri merupakan kandungan air yang berada di dalam lapisan tanah jenuh, baik berupa air tanah dangkal maupun air tanah dalam (Darwis, 2018).

2.3 Kualitas Air Tanah

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 syarat kualitas air bersih bisa diartikan dengan adanya ketentuan-ketentuan yang biasanya diacukan dalam bentuk pernyataan atau angka yang dapat ditunjukkan oleh persyaratan-persyaratan yang dapat dipenuhi. Sehingga kualitas air dapat diartikan berupa sifat air serta kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain dalam air yang mencakup kualitas fisik, kimia, dan biologis (Effendi, 2003). Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut.

Kualitas air tanah atau air permukaan dapat dipengaruhi oleh faktor alam dan non alam (aktivitas manusia). Faktor alam yang mempengaruhi kualitas air antara lain kondisi geologi, iklim, dan vegetasi. Faktor penyebab nonalami antara lain pupuk, limbah pertanian, pestisida, limbah rumah tangga, dan limbah industri. Kualitas air berubah seiring waktu dan ruang, sebagian disebabkan oleh faktor-faktor yang disebutkan di atas (Arundhati, 2005). Kualitas air tanah juga harus diuji keberadaan zat lain di dalam air, termasuk zat fisik, kimia, biologi, dan radioaktif. Selain itu, kualitas air ditentukan oleh delapan faktor berbeda, antara lain zat yang disebabkan oleh adanya zat terlarut atau tersuspensi dan adanya zat biologis atau

mikroskopis (Soemarwoto, 2009).

2.3.1 Kualitas Fisik

Adapun beberapa syarat-syarat sumber mata air yang bisa digunakan sebagai air bersih menurut Kusnaedi, 2010 sebagai berikut:

a. Tidak Berwarna

Air untuk keperluan rumah tangga harus jernih. Air berwarna berarti mengandung bahan lain yang berbahaya bagi kesehatan Anda. Oleh karena itu, air minum harus tidak berwarna untuk alasan estetika dan untuk mencegah keracunan oleh berbagai bahan kimia dan mikroorganisme berwarna. Warna dapat disebabkan oleh tanin dan asam humat, atau zat organik, sehingga bila dibentuk dengan klorin, senyawa kloroform beracun dapat terbentuk, yang dapat berdampak buruk pada kesehatan pengguna air (Slamet, 2004).

b. Tidak Berbau

Air yang baik memiliki sifat tidak berbau meskipun dilihat dari jarak jauh atau dekat. Air berbau busuk mengandung bahan organik yang diuraikan oleh mikroorganisme di dalam air.

c. Rasanya Tawar

Secara fisik, air bisa dirasakan di lidah. Jika air terasa asam, manis, pahit, atau asin, itu tandanya kualitas airnya kurang baik. Rasa asin disebabkan oleh adanya garam tertentu yang larut dalam air, dan rasa asam disebabkan oleh adanya asam organik dan anorganik. Air dengan rasa yang tidak asin dapat menunjukkan adanya berbagai zat yang berbahaya bagi kesehatan, misalnya rasa logam (Slamet, 2004).

d. Kekeruhan

Kekeruhan air disebabkan oleh adanya bahan padat tersuspensi, baik organik maupun anorganik. Zat anorganik biasanya berasal dari tumbuhan dan hewan yang membusuk. Limbah industri juga berkontribusi terhadap kekeruhan air, sementara bahan organik dapat memberi makan bakteri, membantu mereka tumbuh, terbawa udara, dan meningkatkan kekeruhan air. Mendisinfeksi air keruh sulit dilakukan karena mikroorganisme

dilindungi oleh partikel-partikel di udara. Oleh karena itu, konsekuensi kesehatan timbul ketika mikroorganisme yang dilindungi menjadi patogen (Soemirat, 2009).

e. Temperatur

Air yang berkualitas baik harus memiliki suhu yang sama dengan suhu udara ($\pm 30\text{ }^{\circ}\text{C}$). Jika suhu air jauh lebih tinggi atau lebih rendah dari suhu udara, berarti air tersebut mengandung zat tertentu yang melepaskan atau menyerap energi. Dari segi suhu air, diketahui bahwa suhu air yang tidak dingin atau terlalu tinggi dibandingkan suhu air normal mendorong terjadinya reaksi kimia sehingga berdampak tidak langsung terhadap status kesehatan pengguna air (Slamet, 2004).

f. Tidak Mengandung Zat Padatan

Bahan padat adalah bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu 103-105 $^{\circ}\text{C}$.

Tabel 2. 1 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Satuan	Standar Baku Mutu
1	Kekeruhan	NTU	<3
2	Warna	TCU	10
3	Zat Padat Terlarut (Total Dissolved Solid)	mg/L	<300
4	Suhu	$^{\circ}\text{C}$	Suhu udara ± 3
5	Rasa	-	Tidak berasa
6	Bau	-	Tidak berbau

Sumber: Permenkes Nomor 2 Tahun 2023.

2.3.2 Kualitas Kimia

Kualitas dapat tergolong baik jika dapat memenuhi persyaratan kimia sebagai berikut:

a. pH Netral

Menurut Kusnaedi (2010) pH merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa sesuatu larutan (Sutrisno, 2004). Skala pH diukur dengan pH meter atau lakmus. Air murni mempunyai pH 7. Apabila pH dibawah 7 berarti air bersifat asam, sedangkan bila di atas 7 bersifat basa (rasanya pahit).

b. Tidak Mengandung Bahan Kimia Beracun

Menurut (Kusnaedi, 2010) air yang berkualitas baik tidak mengandung bahan kimia beracun seperti sianida sulfida, fenolik.

c. Tidak Mengandung Garam-Garam atau Ion-Ion Logam.

Adapun menurut Kusnaedi (2010) air yang berkualitas baik yang tidak mengandung garam-garam atau ion-ion logam dapat diartikan sebagai berikut:

1. Besi (Fe)

Menurut Soemirat (2009) besi (Fe) merupakan logam berwarna abu-abu yang kuat dan dapat dibentuk. Besi merupakan salah satu unsur kimia yang terdapat hampir di setiap lapisan bumi, namun juga merupakan logam berat yang dapat berbahaya jika kandungannya melebihi batas. Besi larut bahkan pada pH rendah. Kandungan zat besi dalam air tidak boleh melebihi 1,0 mg/L. Hal ini dapat menimbulkan rasa dan bau, mengubah air menjadi kuning, menodai pakaian, dan menjadi tempat berkembang biaknya bakteri *creonothrhynchus*, atau bakteri besi.

Kelebihan zat besi dalam tubuh dapat menimbulkan dampak kesehatan seperti serangan jantung, penyakit pembuluh darah, bahkan kanker hati. Logam ini dapat mengganggu fungsi fisiologis tubuh, terutama jika terakumulasi pada organ penyaringan. Nilai estetika juga dapat dipengaruhi oleh keberadaan logam-logam tersebut karena dapat menimbulkan noda hitam pada pakaian. Air yang terkontaminasi logam ini biasanya memiliki

warna kuning atau merah kecoklatan yang kuat dan rasa pahit atau asam (Wardhana, 2004).

2. Nitrat dan Nitrit

Menelan nitrat dan nitrit dalam jumlah besar dapat menyebabkan penyakit pencernaan, diare berdarah, diikuti kejang, koma, dan jika tidak diobati, kematian. Kecanduan kronis menyebabkan depresi umum, sakit kepala, dan gangguan mental. Nitrit terutama bereaksi dengan hemoglobin membentuk methemoglobin (MetHb). Kadar methemoglobin yang lebih tinggi dari normal menyebabkan methemoglobinemia. Methemoglobinemia umumnya terjadi pada bayi karena enzim yang memecah methemoglobinemia menjadi hemoglobin belum diproduksi sepenuhnya. Akibat methemoglobinemia, bayi kekurangan oksigen dan membiru. Oleh karena itu, penyakit ini disebut juga dengan penyakit “*blue babies*”.

Salah satu sumber pencemaran nitrat pada air minum adalah hasil kegiatan pertanian. Meskipun pencemaran nitrat dapat terjadi secara alami, hal ini paling sering disebabkan oleh pencemaran dari air limbah pertanian, yang mengandung senyawa nitrat dalam jumlah tinggi akibat penggunaan pupuk nitrogen (urea). Senyawa nitrat dalam jumlah besar dalam air minum dapat menyebabkan methemoglobinemia, suatu kondisi di mana hemoglobin dalam darah diubah menjadi methemoglobin dan terjadi kekurangan oksigen dalam darah. Hal ini bisa berakibat fatal, terutama pada bayi (Wardhana, 2004).

3. Klorida

Klorida merupakan senyawa *hologen Klor (CL)* yang toksisitasnya bervariasi berdasarkan kelompok senyawa. Misalnya NaCL sangat tidak beracun, tetapi karboksil klorida sangat beracun. Di Indonesia, klorin digunakan sebagai desinfektan pada persediaan air minum. Kehadiran klorida dalam jumlah besar menyebabkan rasa asin atau pedas pada pipa sistem air panas Anda. Sebagai desinfektan, sisa klorin dalam persediaan air sengaja dijaga pada konsentrasi sekitar 0,1 mg/l untuk mencegah kontaminasi ulang oleh mikroorganisme patogen. Namun klorin ini dapat

bergabung dengan banyak senyawa organik dalam bentuk holokarbon (Cl-HC), beberapa di antaranya dianggap senyawa karsinogenik. Oleh karena itu, di banyak negara maju saat ini, klorinasi sebagai proses desinfeksi sudah tidak digunakan lagi (Soemirat, 2009).

d. Kesadahan Rendah

Kesadahan adalah sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua (Sutrisno, 2004). Tingginya kesadahan berhubungan dengan garam-garam yang terlarut di dalam air terutama garam Ca dan Mg (Kusnaedi, 2010).

Tabel 2. 2 Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu
Wajib			
1.	pH	mg/L	6,5 – 8,5
2.	Nitrat	mg/L	20
3.	Nitrit	mg/L	3
4.	Kromium Valensi 6	mg/L	0,01
5.	Besi (Fe)	mg/L	0,2
6.	Mangan (Mn)	mg/L	0,1

Sumber: Permenkes Nomor 2 Tahun 2023.

2.3.3 Kualitas Biologi

Parameter biologi ini ialah indikator kualitas air yang berkaitan dengan mikroorganisme yang berada di dalamnya. Mikroorganisme yang dimaksud umumnya merupakan bakteri patogen yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Dilihat dari pemahaman kesehatan masyarakat, parameter biologi air memiliki tingkat kepentingan yang setara dengan parameter kimia. Ada banyak penyakit menular, seperti tifus dan kolera yang dapat menyebar melalui air. Menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan air untuk keperluan Hygiene Sanitasi yang meliputi *E. coli* dan *Total coliform*. Dalam keperluan

Hygiene sanitasi merupakan ketentuan-ketentuan yang biasanya dibuat dalam bentuk angka yang menunjukkan persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan bagi kesehatan maupun penyakit dan gangguan dari estetika.

Escherichia coli diklasifikasikan menjadi 3 kategori besar berdasarkan interaksinya dengan inang (manusia), yaitu non-patogen (komensal), patogen gastrointestinal, dan patogen ekstra-gastrointestinal (ekstra-intestinal). *E. coli* juga dikenal sebagai bakteri indikator higiene dan higienitas, yaitu adanya bakteri dalam makanan yang menunjukkan rendahnya higiene yang diterapkan. Kehadiran bakteri ini sering dikaitkan dengan kontaminasi tinja, karena *E. coli* biasanya adalah bakteri yang hidup di usus manusia (dan hewan). Koliform merupakan sekelompok bakteri usus yang ditemukan di saluran pencernaan manusia dan hewan. Koliform digunakan sebagai indikator adanya polutan dan kondisi buruk untuk air, makanan dan minuman. Adanya bakteri dalam air minum menunjukkan sanitasi yang buruk. Koliform digunakan sebagai indikator kemurnian air ditinjau dari kualitas mikrobiologisnya. Adanya bakteri dari kelompok coliform menunjukkan adanya bakteri patogen di dalam air (Treyens, 2009).

Tabel 2. 3 Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu
Wajib			
1.	<i>Total coliform</i>	CFU/100mL	0
2.	<i>Fecal coliform</i>	CFU/100mL	0

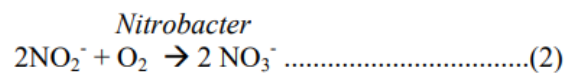
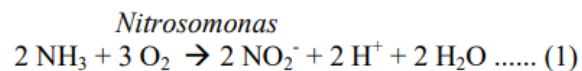
Sumber: Permenkes Nomor 2 Tahun 2023.

2.4 Nitrat

2.4.1 Pengertian Nitrat

Nitrat (NO_3^-) merupakan senyawa nitrogen terpenting dalam air tanah dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat sangat larut dan stabil dalam air. Nitrat merupakan salah satu parameter

pencemar yang dihasilkan dari limbah rumah tangga. Amonia (NH₃) yang dihasilkan bakteri dari limbah tersebut diubah menjadi nitrat melalui reaksi nitrifikasi. Nitrifikasi, oksidasi amonia menjadi nitrat, merupakan proses penting dalam siklus nitrogen. Persamaan reaksi (1) menunjukkan oksidasi amonia menjadi nitrit, dan persamaan reaksi (2) menunjukkan oksidasi nitrit menjadi nitrat.



2.4.2 Bahaya Nitrat

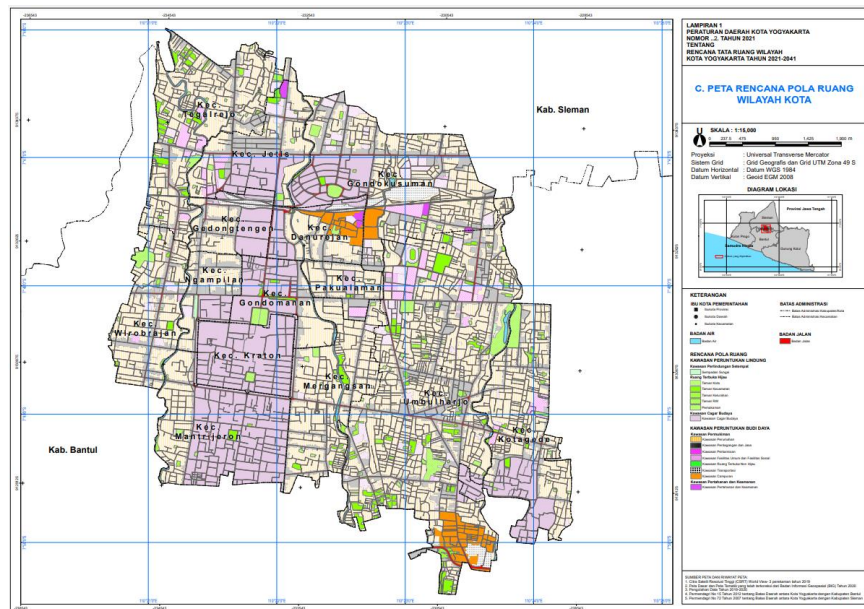
Konsentrasi nitrat yang tinggi di perkotaan disebabkan oleh banyaknya masukan limbah padat rumah tangga (MSW) dan dipengaruhi oleh kepadatan tangki septik. Kehadiran nitrat dalam air tanah disebabkan oleh aktivitas manusia seperti penggunaan pupuk buatan dan pencucian dari tempat pembuangan akhir. Kadar nitrat yang tinggi bersifat racun dan dapat membahayakan kesehatan manusia. Menurut Notodarmojo (2005), kadar maksimum nitrat-nitrogen (NO₃-N) dalam air minum adalah 10 mg/l (45 mg/l dinyatakan dalam nitrat). Konsentrasi nitrat yang tinggi sangat berbahaya bagi bayi, dapat menyebabkan apa yang disebut *blue baby*, sebuah fenomena di mana bayi membiru karena kekurangan oksigen. Selain itu, kadar nitrat yang tinggi juga berperan penting dalam produksi senyawa karsinogenik. Hal tersebut dikarenakan adanya nitrat dalam suatu makanan dapat bersifat karsinogenik jika bereaksi dengan gugus amina yang merupakan gugus dalam protein akan membentuk nitrosamine. Pencemaran nitrat dalam air sumur juga dapat menyebabkan kanker usus besar (kolorektal) jika kadarnya meningkat seiring berjalannya waktu. Kanker kolorektal muncul dari terganggunya proses biologis pada sel epitel usus akibat perubahan fungsi proto-onkogen dan gen penekan tumor. Berdasarkan penelitian Fathmawati, mengonsumsi air dengan kadar nitrat di atas 50 mg/L meningkatkan risiko kanker usus besar, terutama

dalam jangka panjang. Selain itu, pria memiliki risiko lebih tinggi terkena kanker usus besar jika mengonsumsi air lebih dari 10 tahun. Orang yang berusia di atas 50 tahun juga berisiko terkena kanker usus besar.

2.5 Tanah Guna Lahan

Menurut Duta & Sharma (2020), Penggunaan lahan berpengaruh besar terhadap kualitas air tanah. Aktivitas manusia di permukaan, seperti pertanian, permukiman, dan industri, dapat mengubah cara air meresap ke dalam tanah dan menyebabkan pencemaran sumber air. Contohnya, penggunaan pupuk dan pestisida di pertanian bisa meningkatkan kadar zat kimia berbahaya yang meresap ke tanah dan mencemari air tanah. Selain itu, perkembangan kota dan pembangunan infrastruktur juga dapat mengubah cara air mengalir dan mengurangi kemampuan tanah untuk menyaring kontaminan, sehingga kualitas air yang ada bisa terganggu.

Uraian rencana tata ruang Kota Yogyakarta berdasarkan Peraturan Daerah Nomor 2 Tahun 2021 memuat RTRW Kota Yogyakarta periode tahun 2021 sampai dengan tahun 2041. Berdasarkan rencana tata ruang yaitu mencakup pengembangan pusat-pusat kegiatan seperti pusat pemerintahan, perdagangan, dan pendidikan, serta pengembangan jaringan infrastruktur meliputi transportasi, air bersih, dan listrik. Rencana pola ruang mengelompokkan wilayah berdasarkan fungsi, seperti kawasan lindung, budidaya, dan permukiman, dengan pengaturan penggunaan lahan untuk berbagai kebutuhan seperti perumahan, industri, dan pariwisata. Kebijakan dan strategi pengelolaan ruang mencakup pengendalian pemanfaatan ruang untuk menghindari konflik kepentingan, serta pengembangan infrastruktur dan fasilitas umum untuk mendukung pertumbuhan kota. Berikut gambaran yang dapat dilihat pada peta Tata Guna Lahan yang ditunjukkan oleh gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Peta Rencana Pola Ruang Wilayah Kota

Sumber: Lampiran Perda Kota Yogyakarta No 2 Tahun 2021

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan suatu acuan penulis dengan penelitian yang sedang diteliti sehingga penulis mendapatkan beberapa teori yang berguna untuk mengkaji penelitian tersebut. Berikut disajikan mengenai tabel penelitian terdahulu, yang berkaitan atau relevan dengan penelitian penulis. Gambaran penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	A. Sutardi et al., 2017	Kajian Kualitas Air tanah Bebas antara Sungai Kuning dan Sungai Tepus di Kecamatan Ngemplak, Yogyakarta, Indonesia	Berdasarkan parameter Nitrat, Nitrit, Amonia, dan Fosfat, ditemukan nilai yang bervariasi. Kadar Nitrat dan Nitrit relatif berada di bawah standar kualitas air. Variasi kualitas air yang lebih signifikan terlihat pada kadar Amonia dan Fosfat, di mana tingginya kadar Amonia disebabkan oleh bahan organik dari aktivitas peternakan, sedangkan tingginya kadar Fosfat dipengaruhi oleh penggunaan pupuk Fosfat dalam kegiatan pertanian.
2	Savitri A. Rahma, 2017	Kualitas Airtanah Bebas di Kelurahan Prenggan, Kecamatan Kotagede, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Secara fisik, air tanah bebas di daerah penelitian masih berada di bawah ambang batas yang dianjurkan dan layak untuk dikonsumsi. Namun, secara kimia, hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa air tanah bebas tidak layak dikonsumsi karena kandungan Nitrat dan kadar pH yang tidak memenuhi standar. Selain itu, secara biologi, air tanah bebas di daerah penelitian juga tidak layak digunakan berdasarkan hasil pengujian total koliform.

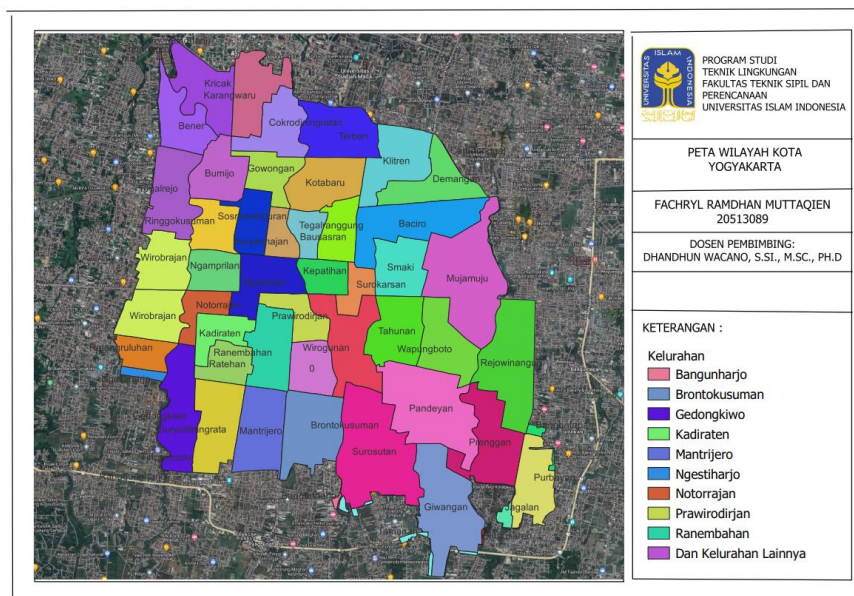
3	Suddhasil Bose et al., 2023	<i>Evolution of Groundwater Quality Assessment on Urban Area - A Bibliometric Analysis</i>	enilaian kualitas air tanah di daerah perkotaan telah mengalami perkembangan besar. Studi ini menemukan peningkatan jumlah penelitian sejak awal tahun 2000, yang menunjukkan semakin sadarnya masyarakat terhadap dampak urbanisasi pada air tanah. Masalah utama adalah kontaminasi oleh polutan seperti logam berat, nitrat, dan mikroorganisme berbahaya, terutama di wilayah yang berkembang pesat. Selain itu, cara menilai kualitas air tanah telah berubah dari metode tradisional seperti pengukuran fisik dan kimia menjadi penggunaan teknologi modern seperti pemodelan komputer dan pemetaan geografis.
4	Mahfudh N. et a., 2024	<i>Groundwater and indoor air quality of urban village housing: study in Janturan, Warungboto, Yogyakarta</i>	air tanah di Janturan, Warungboto, Yogyakarta, mengalami kontaminasi yang signifikan, terutama oleh bakteri koliform dan senyawa kimia yang melebihi batas aman untuk konsumsi. Hal ini disebabkan oleh aktivitas perkotaan, termasuk limbah rumah tangga dan kebocoran septic tank. Selain itu, kualitas udara dalam ruangan di perumahan kampung kota juga terpengaruh oleh polusi udara luar dan ventilasi yang kurang memadai, meningkatkan risiko gangguan kesehatan bagi penduduk. Penelitian ini menekankan perlunya perbaikan pengelolaan air tanah dan sistem ventilasi untuk meningkatkan kualitas lingkungan dan kesehatan warga.

BAB III

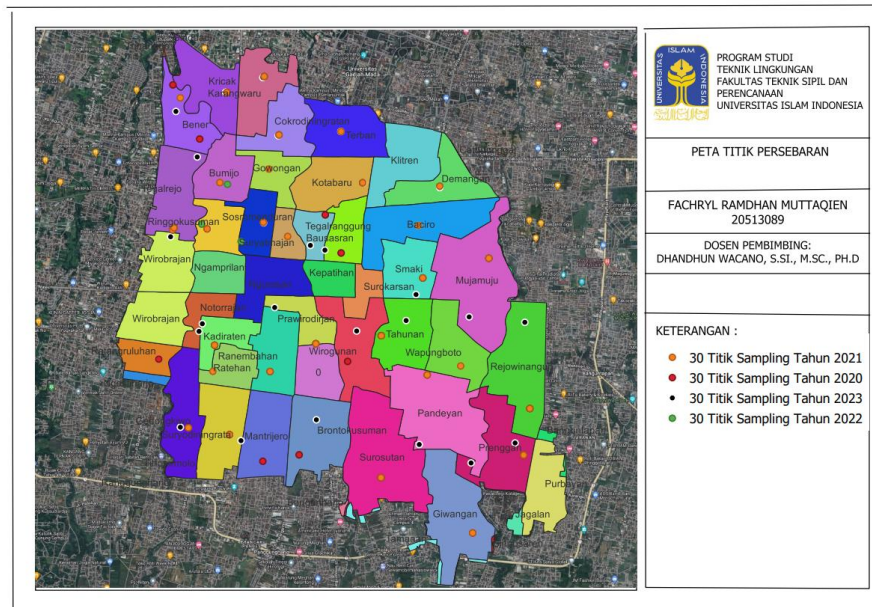
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

Penelitian dilaksanakan dalam waktu kurang lebih 2 minggu yang dimulai dari tanggal 29 Juli – 12 Agustus 2024. Penentuan lokasi meliputi pembagian wilayah pada daerah Kota Yogyakarta melalui pembagian area tiap penggunaan air tanah. Pemilihan lokasi penelitian ini berdasarkan data kualitas air tanah dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta yang kebutuhan airnya menggunakan air tanah. Adapun berikut merupakan peta administrasi Kota Yogyakarta yang merupakan area lokasi serta area wilayah yang diteliti ditunjukkan pada gambar 3.1 dan 3.2.



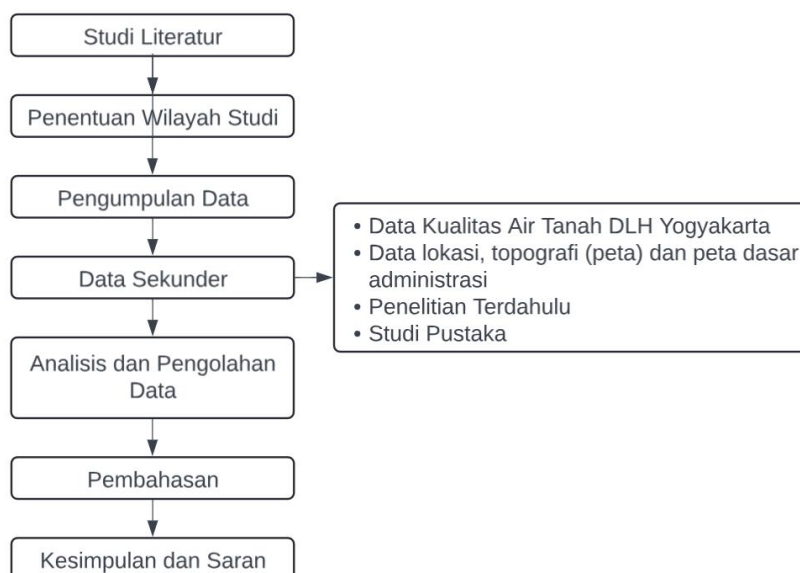
Gambar 3. 1 Peta Wilayah Kota Yogyakarta
Sumber: Ina-Geoportal



Gambar 3. 2 Peta Titik Persebaran Uji Kualitas Air Tanah
Sumber: Ina-Geoportal

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan rancangan yang telah tersusun dalam kerangka penelitian. Kerangka penelitian tersebut menunjukkan input, tahapan atau proses dari persiapan, pelaksanaan dan output berupa laporan dari penelitian yang dilakukan. Berikut berupa diagram alir penelitian ditujukan pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian

3.3 Metode Pengambilan Data

1) Data Sekunder

Dalam penelitian ini nantinya akan menggunakan data sekunder. Data sekunder adalah data informasi yang diperoleh tanpa melakukan pengamatan atau observasi secara langsung, namun hasil yang didapat dari berbagai literatur ataupun instansi yang berkorelasi dan berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan pada analisis atau bisa juga dikatakan data yang diperoleh dengan cara tidak langsung. Adapun berikut sumber referensi data yang diperoleh:

Tabel 3. 1 Data Sekunder Yang Diperoleh

No	Jenis Data	Sumber	Link
1	Data Spasial	Inageoportal	https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/
2	Kualitas Air Tanah Tahun 2020	Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta	https://lingkunganhidup.jogjakota.go.id/page/index/basis-data-lingkungan-hidup
3	Kualitas Air Tanah Tahun 2021	Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta	https://lingkunganhidup.jogjakota.go.id/page/index/basis-data-lingkungan-hidup
4	Kualitas Air Tanah Tahun 2022	Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta	https://lingkunganhidup.jogjakota.go.id/page/index/basis-data-lingkungan-hidup
5	Kualitas Air Tanah Tahun 2023	Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta	https://lingkunganhidup.jogjakota.go.id/page/index/basis-data-lingkungan-hidup

Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta melakukan pemantauan kualitas air tanah dengan mengumpulkan data melalui berbagai metode, termasuk pengambilan sampel langsung di lapangan, analisis melalui laboratorium, serta melakukan pemanfaatan teknologi pemantauan lingkungan guna memastikan keberlanjutan sumber daya air dan kesehatan lingkungan. Data yang didapatkan merupakan data kualitas air tanah yang

ada di Kota Yogyakarta dalam 4 tahun kebelakang. Pengambilan data sekunder berupa hasil form dokumen hasil pengujian kadar nitrat yang telah diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta.

3.4 Metode Analisis

Analisis data yang digunakan menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dengan medeskripsikan data dan menampilkan data yang telah dikumpulkan. Dalam hal ini perlu dilakukan lebih lanjut analisis spasial untuk mengolah data menggunakan grafik yang akan dibuat oleh peneliti. Dalam menampilkan pemetaan kualitas air tanah parameter kimia berupa kandungan nitrat menggunakan metode penelitian kuantitatif setelah mengetahui konsentrasi kandungan nitrat pada titik sampling yang telah ditentukan dan dilakukan plotting berdasarkan tingkat konsentrasi. Dalam penelitian ini data yang akan digunakan diperoleh dari data sekunder yang dikumpulkan dari berbagai sumber terpercaya, yaitu laporan tahunan dari Dinas Lingkungan Hidup serta Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta dan selain itu dapat diambil dari studi-studi penelitian sebelumnya.

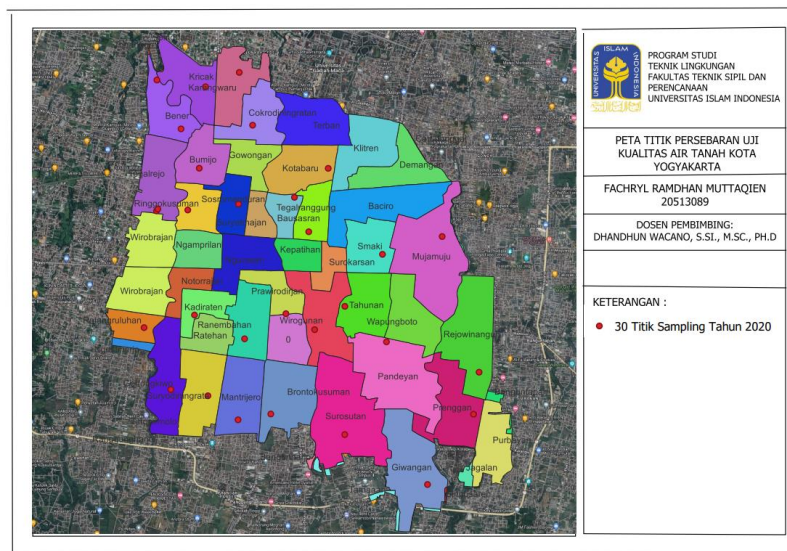
Data yang diperoleh yaitu mencakup dari hasil pengukuran kadar nitrat di beberapa titik pengambilan sampel yang tersebar di seluruh wilayah Kota Yogyakarta dalam beberapa tahun terakhir. Data yang dikumpulkan kemudian diolah untuk mengidentifikasi pola kadar nitrat dalam air tanah. Selanjutnya data tersebut dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk memberikan gambaran umum mengenai distribusi kadar nitrat di berbagai lokasi. Kemudian data tersebut nantinya diberikan penggambaran dalam bentuk peta sebaran berupa analisis spasial serta dibuat dalam grafik. Peta sebaran dapat menunjukkan distribusi spasial kadar nitrat di Kota Yogyakarta, sedangkan grafik dapat memperlihatkan distribusi frekuensi kadar nitrat dalam air tanah. Penggunaan metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran secara kasar kualitas air tanah yang berada disekitar Kota Yogyakarta dengan data pendukung area sekitar wilayah studi seperti jenis tanah, penggunaan lahan (land use), dan lain-lain.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian dan Titik Pengambilan Sampel Dinas Lingkungan Hidup

Pada pemilihan lokasi penelitian ini dilakukan dengan melihat hasil pengumpulan data dari tahun 2020 hingga 2023 dimana data yang didapatkan merupakan data hasil pemantauan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar di bawah yang merupakan peta titik kordinat di wilayah Kota Yogyakarta yang sudah dilakukan plotting dengan menggunakan 30 titik kordinat sebagai data untuk mengetahui bentuk persebaran.



Gambar 4. 1 Peta Titik Persebaran Tahun 2020 - 2023

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta

Lokasi yang digunakan pada peta tersebut didapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta dalam melakukan pemantauan kualitas air tanah berupa air sumur. Dalam penelitian ini diambil 30 titik dari setiap tahunnya yaitu tahun 2020 – 2023. Data yang didapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta sendiri dari tiap tahunnya memiliki titik yang sama namun terdapat beberapa titik

yang berbeda dan dilakukan pada tiap kelurahan yang ada pada wilayah Kota Yogyakarta. Adapun lokasi tiap titik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel Tiap Tahunnya

Titik	Lokasi Titik	Koordinat		Justifikasi
		Lintang	Bujur	
1	Kantor Kelurahan Cokrodiningratan	- 7.780000	110.36659	-
2	Kantor Kelurahan Tahunan	-7.80679	110.38022	Adanya perubahan lokasi di kelurahan yang berbeda, namun masih dalam area yang sama.
3	Kantor Kelurahan Rrejowinangun	-7.81652	110.40004	Adanya perubahan lokasi namun masih di kelurahan yang sama.
4	Kantor Kelurahan Sorosutan	-7.82573	110.3802	Adanya perubahan lokasi namun masih di kelurahan yang sama.
5	Kantor Kelurahan Kotabaru	-7.78643	110.37776	-
6	Kantor Kelurahan Pandeyan	-7.81204	110.38636	Adanya perubahan lokasi namun masih di kelurahan yang sama.
7	Kantor Kelurahan Pakuncen	-7.79271	110.3524	-
8	Kantor Kelurahan Prawirodirjan	-7.80788	110.37151	-
9	Kantor Kelurahan Bumijo	-7.7864	110.35871	Adanya perubahan lokasi di kelurahan yang berbeda, namun masih dalam area yang sama.
10	Kantor Kelurahan Mantrijeron	- 7.823547	110.36444	Adanya perubahan lokasi namun masih di kelurahan yang sama.
11	Kantor Kelurahan Bener	-7.77339	110.35245	-
12	Kantor Kelurahan Kricak	-7.77439	110.35964	-
13	Kantor Kelurahan Karangwaru	-7.77227	110.36462	-
14	Kantor Kelurahan Tegalrejo	-7.79243	110.35259	-
15	Kantor Kelurahan Pringgokusuman	-7.79258	110.35702	Adanya perubahan lokasi namun masih di kelurahan yang sama.
16	Kantor Kelurahan Sosromenduran	-7.79169	110.36451	Adanya perubahan lokasi namun masih di kelurahan yang sama.
17	Kantor Kelurahan Patangpuluhan	-7.80994	110.35056	-
18	Kantor Kelurahan Giwangan	-7.83309	110.39242	-
19	Kantor Kelurahan Suryodiningratan	-7.82000	110.35999	-
20	Kantor Kelurahan Wirogunan	-7.81024	110.37575	Adanya perubahan lokasi di kelurahan yang berbeda, namun masih dalam area yang sama.
21	Kantor Kelurahan Panembahan	-7.81159	110.3654	Adanya perubahan lokasi di kelurahan yang berbeda, namun masih dalam area yang sama.
22	Kantor Kelurahan Kadipaten	-7.80808	110.35801	Adanya perubahan lokasi namun masih di kelurahan yang sama.

Titik	Lokasi Titik	Koordinat		Justifikasi
		Lintang	Bujur	
23	Kantor Kelurahan Gedongkiwo	-7.81908	110.35451	Adanya perubahan lokasi namun masih di kelurahan yang sama.
24	Kantor Kelurahan Brontokusuman	-7.82269	110.36928	Adanya perubahan lokasi di kelurahan yang berbeda, namun masih dalam area yang sama.
25	Kantor Kelurahan Prenggan	-7.82272	110.39922	Adanya perubahan lokasi namun masih di kelurahan yang sama.
26	Kantor Kelurahan Muja Muju	-7.79649	110.39458	Adanya perubahan lokasi di kelurahan yang berbeda, namun masih dalam area yang sama.
27	Kantor Kelurahan Notoprajan	-7.7806	110.35602	Adanya perubahan lokasi di kelurahan yang berbeda, namun masih dalam area yang sama.
28	Kantor Kelurahan Tegal Panggung	-7.79071	110.37277	Adanya perubahan lokasi di kelurahan yang berbeda, namun masih dalam area yang sama.
29	Kantor Kelurahan Bausasran	-7.79579	110.37488	Adanya perubahan lokasi di kelurahan yang berbeda, namun masih dalam area yang sama.
30	Kantor Kelurahan Semaki	-7.79912	110.38577	Adanya perubahan lokasi namun masih di kelurahan yang sama.

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta

4.2 Analisis Dampak Kualitas Air Tanah

Kualitas air tanah atau air permukaan dapat dipengaruhi oleh faktor alam dan non alam (aktivitas manusia). Faktor alam yang mempengaruhi kualitas air antara lain kondisi geologi, iklim, dan vegetasi. Faktor penyebab nonalami antara lain pupuk, limbah pertanian, pestisida, limbah rumah tangga, dan limbah industri. seiring Kualitas air berubah waktu dan ruang, sebagian disebabkan oleh faktor-faktor yang disebutkan di atas (Arundhati, 2005). Kualitas air tanah juga harus diuji keberadaan zat lain di dalam air, termasuk zat fisik, kimia, biologi, dan radioaktif. Selain itu, kualitas air ditentukan oleh delapan faktor berbeda, antara lain zat yang disebabkan oleh adanya zat terlarut atau tersuspensi dan adanya zat biologis atau mikroskopis (Soemarwoto, 2009).

Kualitas air tanah di Kota Yogyakarta adalah aspek krusial yang perlu diawasi secara berkelanjutan, dengan nitrat sebagai indikator utamanya. Nitrat, yang banyak ditemukan dalam pupuk pertanian, limbah domestik, dan limbah industri, dapat menjadi tanda adanya kontaminasi serius jika ditemukan dalam konsentrasi tinggi. Kontaminasi ini berdampak negatif pada kesehatan manusia dan lingkungan. Di Yogyakarta sendiri dengan meningkatnya penggunaan pupuk nitrogen dalam aktivitas pertanian telah mengakibatkan infiltrasi nitrat ke dalam tanah dan mencemari sumber air tanah. Selain itu, sistem sanitasi yang tidak memadai serta pengelolaan limbah domestik yang buruk memperburuk kondisi ini. Limbah tersebut memungkinkan nitrat meresap ke dalam akuifer, sehingga meningkatkan konsentrasinya dalam air tanah.

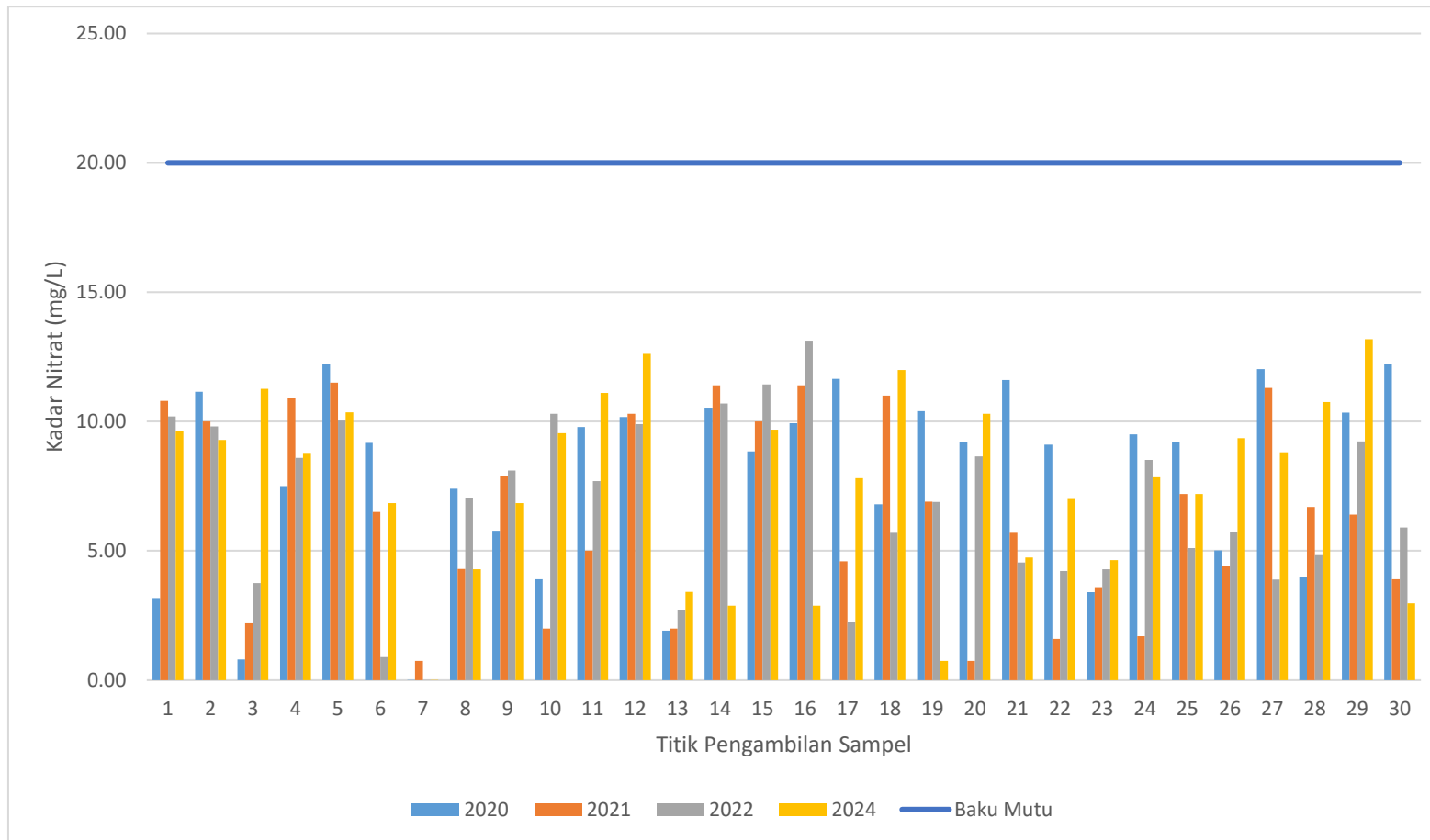
Dampak negatif dari tingginya kadar nitrat dalam air tanah sangat beragam. Bagi kesehatan manusia, konsumsi air dengan kadar nitrat tinggi dapat menyebabkan kondisi medis serius seperti methemoglobinemia, atau yang dikenal sebagai "*blue baby syndrome*" yang berbahaya bagi bayi karena mengurangi kemampuan darah untuk mengangkut oksigen. Paparan nitrat dalam jangka panjang juga dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker dan masalah kesehatan lainnya. Dari perspektif lingkungan, kadar nitrat yang tinggi dapat menyebabkan eutrofikasi, yang mengakibatkan ledakan pertumbuhan alga berlebihan dan merusak kualitas air serta ekosistem akuatik (Anshari, 2022).

4.3 Nilai Kadar Nitrat dan Kadar Parameter Pendukung

Pengujian kadar nitrat menunjukkan variasi yang menggambarkan potensi pencemaran air tanah. Selain itu, parameter lain seperti kekeruhan, *fecal coliform*, dan *total coliform* juga dianalisis untuk mendukung hasil tersebut. Kekeruhan menunjukkan seberapa keruh air akibat partikel-partikel kecil, sedangkan fecal coliform dan total coliform digunakan untuk mengetahui apakah ada pencemaran dari limbah manusia atau hewan. Dengan menggabungkan semua data ini, dapat diperoleh gambaran yang lebih jelas tentang kondisi dan kualitas air tanah di area penelitian.

4.3.1 Nilai Nitrat (NO_3^-) Di Kota Yogyakarta

Hasil uji dari kualitas air tanah ini didapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta. Pengujian sampel dilakukan oleh Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Dinas Kesehatan Provinsi Yogyakarta sesuai dengan SNI. Berikut ini hasil pengujian sampel dari air tanah untuk kandungan nitrat di tahun 2020 sampai 2023 dapat dilihat dari grafik berikut:



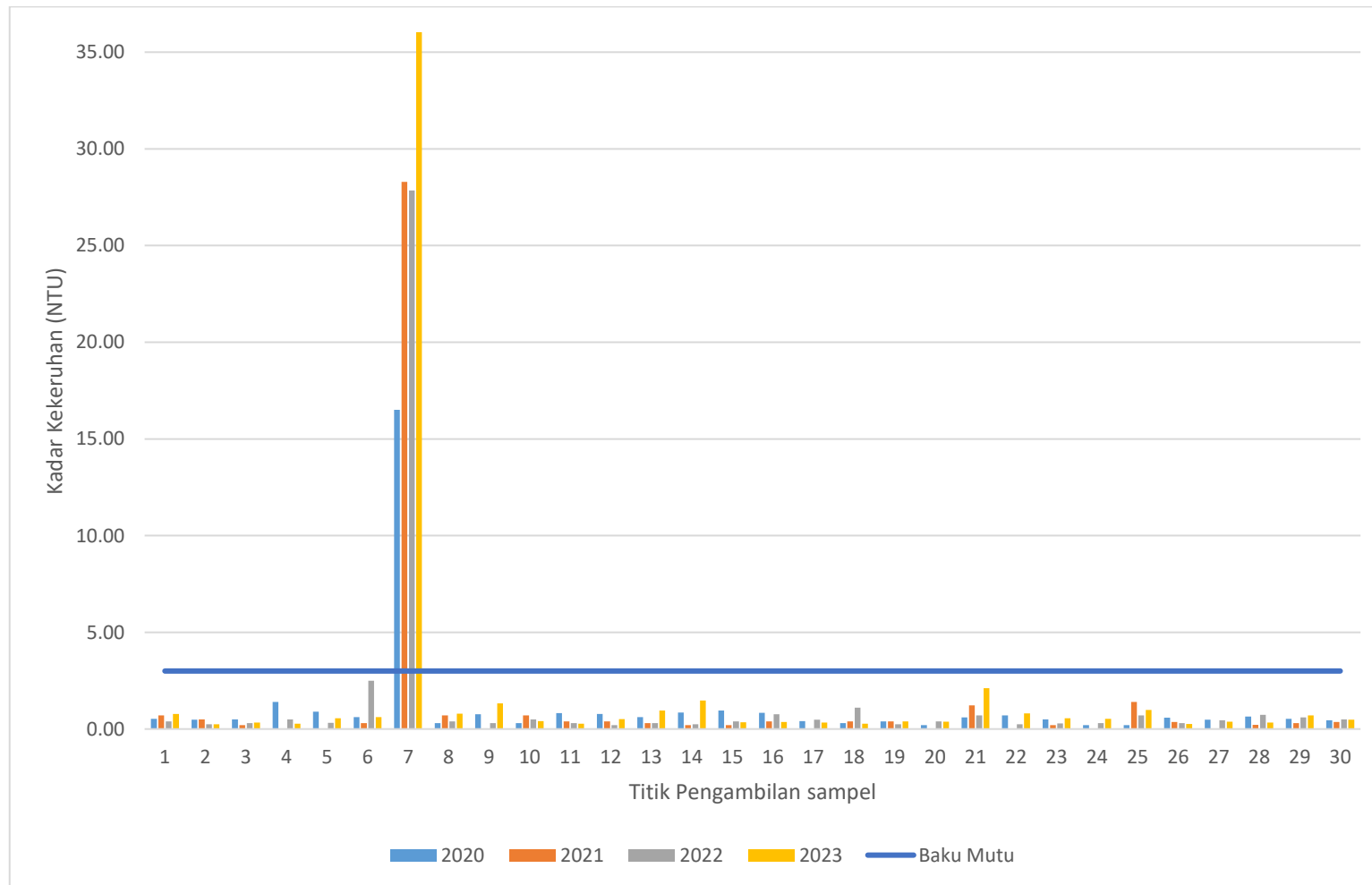
Gambar 4. 2 Kadar Nitrat Air Tanah di Kota Yogyakarta Tahun 2020-2023

Grafik diatas merupakan gambaran hasil tinjauan dari kandungan nitrat di air tanah pada 30 titik di Kota Yogyakarta selama tahun 2020 hingga 2023. Secara umum, hasil pengukuran menunjukkan adanya variasi tahunan pada konsentrasi nitrat, meskipun sebagian besar nilai masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan untuk kualitas air tanah. Pada tahun 2020, titik dengan konsentrasi tertinggi adalah Kantor Kelurahan Kotabaru (12,2 mg/L), sementara konsentrasi terendah terdapat di Kantor Kelurahan Cokrodiningratan (3,17 mg/L). Pada tahun 2021, titik dengan konsentrasi tertinggi bergeser ke Kantor Kelurahan Sosromenduran (11,4 mg/L), dan titik terendah ditemukan di Kantor Kelurahan Panembahan (0,74 mg/L), menunjukkan adanya variasi lokasi dengan konsentrasi tertinggi dan terendah dari tahun ke tahun. Pada tahun 2022, konsentrasi nitrat tertinggi mencapai 13,12 mg/L di RTHP Sosromenduran, sedangkan titik terendah berada di Kantor Kelurahan Pakuncen dengan nilai 0,01 mg/L. Tahun 2023 menunjukkan titik tertinggi di SMP N 4 Yogyakarta dengan konsentrasi 13,18 mg/L, dan titik terendah di Kantor Kemantren Mantrijeron dengan konsentrasi 0,75 mg/L. Meskipun terdapat fluktuasi di berbagai titik, nilai konsentrasi pada seluruh lokasi masih memenuhi baku mutu kualitas air tanah untuk nitrat, yang menunjukkan bahwa kandungan nitrat di air tanah masih terkendali meskipun terdapat titik-titik tertentu dengan konsentrasi yang relatif tinggi.

Secara keseluruhan, perbedaan konsentrasi nitrat antar tahun di lokasi-lokasi berbeda menunjukkan adanya pengaruh faktor lokal seperti variabilitas pola penggunaan lahan dan aktivitas manusia di sekitar titik pengukuran. Pemantauan berkelanjutan diperlukan untuk menjaga kualitas air tanah dan memastikan tidak terjadi peningkatan signifikan dalam kandungan nitrat akibat aktivitas manusia yang dapat berdampak pada kesehatan masyarakat, terutama di kawasan perkotaan dengan konsentrasi nitrat yang cenderung tinggi.

4.3.2 Nilai Kekeruhan

Kekeruhan air tanah bisa menjadi tanda awal adanya kontaminasi, karena partikel tersuspensi biasanya mengandung zat berbahaya termasuk nitrat, yang bisa menimbulkan risiko kesehatan jika melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis kekeruhan terkait kandungan nitrat untuk menentukan apakah air tanah masih aman untuk digunakan atau perlu diolah lebih lanjut. Berikut hasil uji kekeruhan yang sudah didapatkan dari tahun 2020 – 2023.



Gambar 4. 3 Kadar Kekeruhan Air Tanah di Kota Yogyakarta Tahun 2020-2023

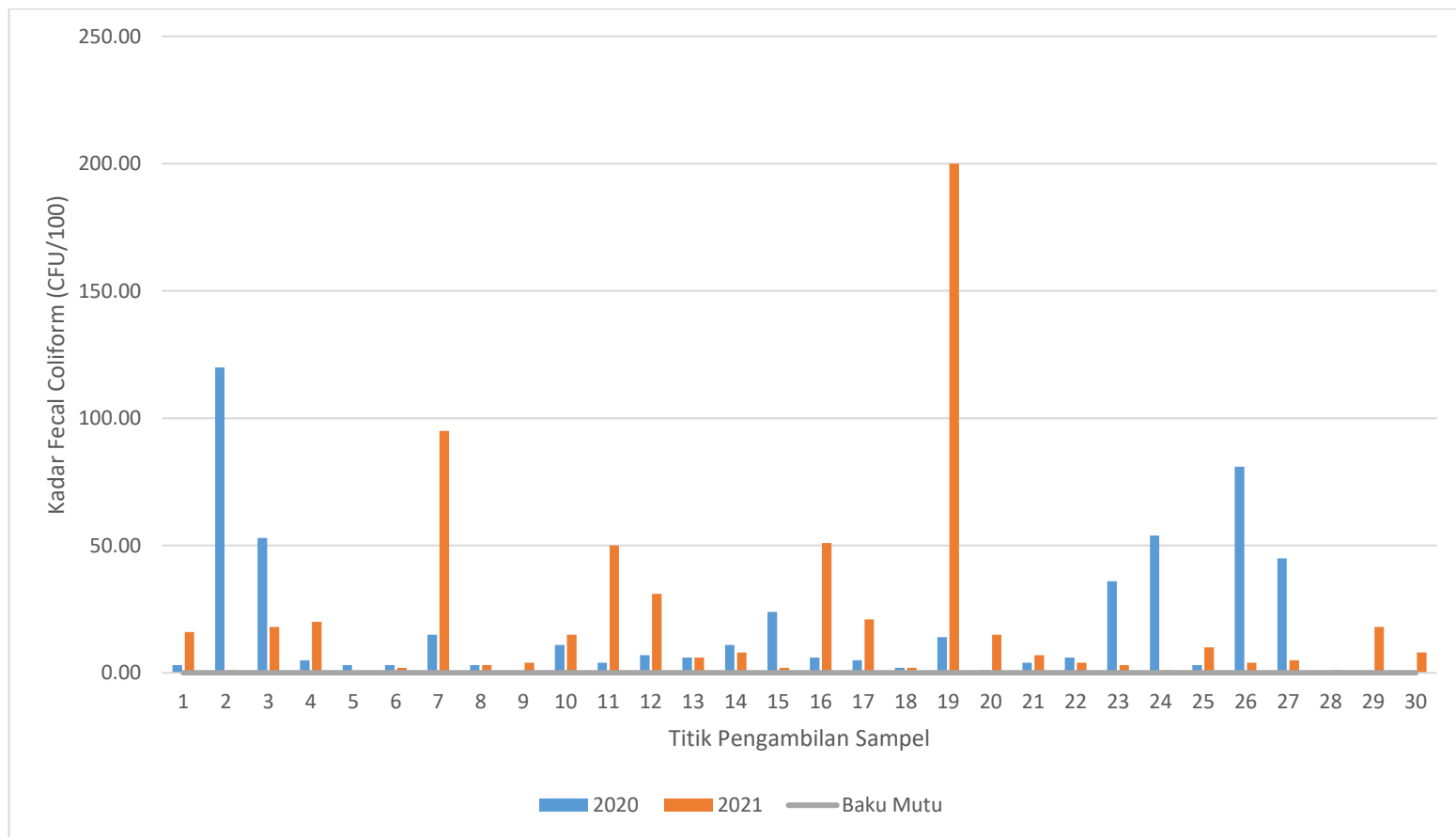
Hasil pengukuran kekeruhan air tanah dari tahun 2020 hingga 2023 menunjukkan variasi nilai di berbagai titik pengambilan sampel. Pada tahun 2020, nilai kekeruhan tertinggi ditemukan di Kantor Kelurahan Pakuncen sebesar 16,5 NTU, sementara nilai terendah berada di Kantor Kelurahan Prenggan dengan 0,2 NTU. Pada tahun 2021, kekeruhan tertinggi masih tercatat di Kantor Kelurahan Pakuncen dengan 28,3 NTU, sedangkan beberapa titik lain menunjukkan nilai terendah sebesar 0,2 NTU. Pola ini berlanjut pada tahun 2022, di mana Kantor Kelurahan Pakuncen mencatat nilai tertinggi sebesar 27,85 NTU, sementara nilai terendah tercatat di Kantor Kelurahan Kricak sebesar 0,2 NTU. Tahun 2023 menunjukkan peningkatan kekeruhan tertinggi di Kantor Kelurahan Pakuncen menjadi 36,7 NTU, dengan nilai terendah tercatat di RTHP Muja Muju 2 sebesar 0,26 NTU.

Secara keseluruhan, titik dengan nilai kekeruhan tertinggi konsisten berada di Kantor Kelurahan Pakuncen setiap tahunnya, menunjukkan adanya potensi aktivitas lokal yang memengaruhi kualitas air tanah. Sebaliknya, titik dengan nilai terendah bervariasi setiap tahun, menunjukkan adanya perbedaan kondisi lingkungan dan pengaruh aktivitas manusia di sekitar lokasi. Nilai kekeruhan yang mencapai angka jauh melebihi baku mutu standar kualitas air yaitu lebih dari 3 NTU. Menurut data penggunaan lahan dari INA-Geoportal, Kelurahan Pakuncen merupakan kawasan dengan dominasi permukiman padat dan area perdagangan. Dengan adanya permukiman yang padat dapat menyebabkan sistem drainase yang buruk serta sering kali menyebabkan limpasan air yang membawa partikel padat, debu, dan sampah yang berpotensi meningkatkan kekeruhan air. Selain itu beberapa tahun terakhir menurut data di lapangan daerah pakuncen ini memiliki aktivitas pembangunan atau konstruksi.

4.3.3 Nilai *Fecal coliform*

Dalam analisis kualitas air tanah, selain memperhatikan parameter kimia seperti nitrat, penting juga untuk mempertimbangkan parameter mikrobiologi seperti *fecal coliform*. Pencemaran dan peningkatan kadar nitrat sering kali berasal dari sumber yang sama, seperti limbah domestik dan aktivitas pertanian, sehingga analisis kedua parameter ini sangat penting untuk memastikan air tanah aman untuk keperluan domestik dan konsumsi. Adapun berikut merupakan data yang sudah dihasilkan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta namun hanya tahun 2020 dan 2021 dapat lihat pada tabel dan grafik dibawah.

Berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023 yang mengikuti standarnya, air yang digunakan untuk keperluan higiene dan sanitasi harus bebas dari *fecal coliform* dalam 100 ml sampel air. Jika *fecal coliform* ditemukan, air tersebut dianggap tidak memenuhi standar kebersihan. Sehingga dalam hal ini hampir semua titik lokasi pada tahun 2020 dan 2021 kadar *fecal coliform* tidak memenuhi baku mutu yang ada.



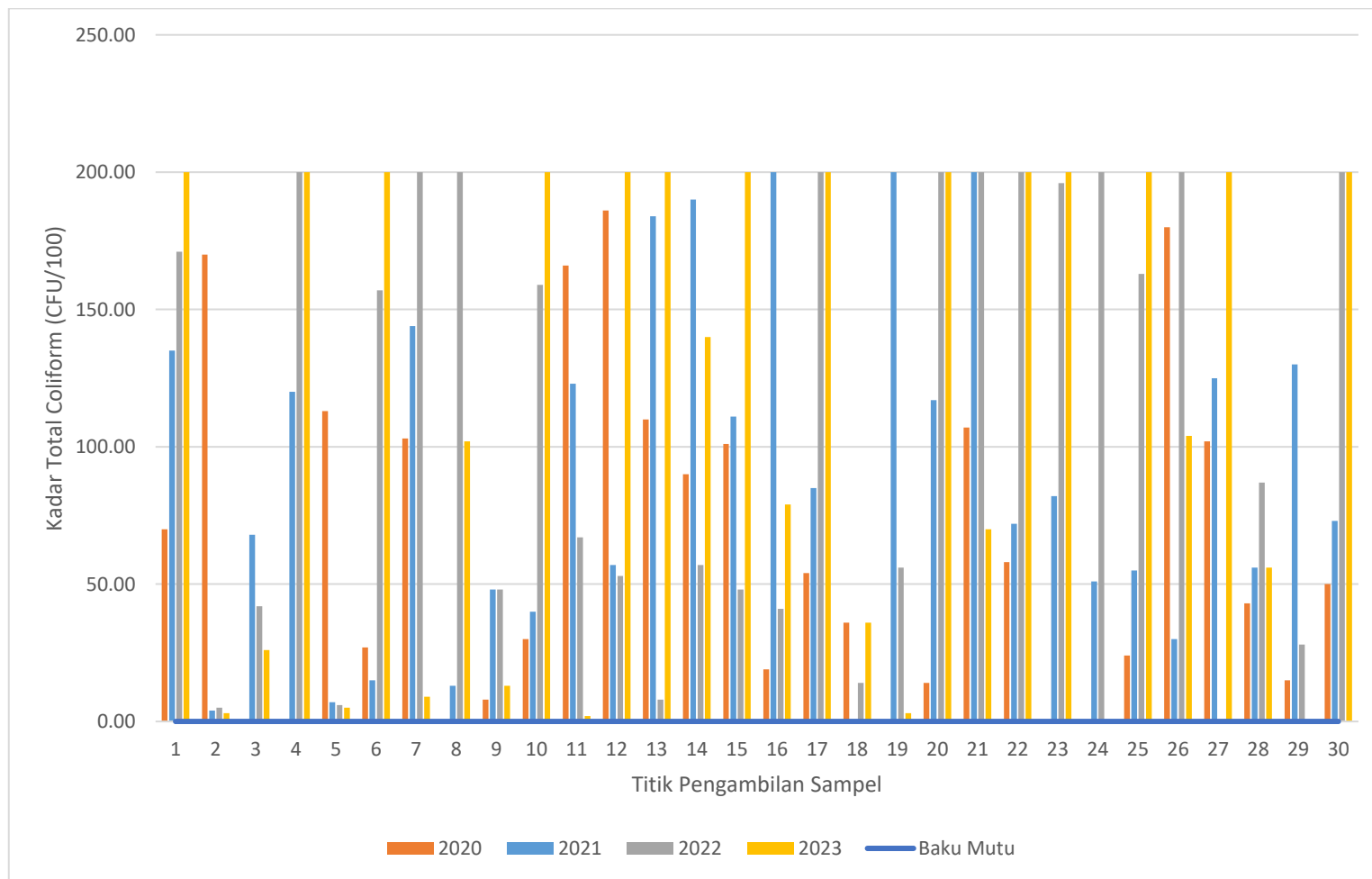
Gambar 4. 4 Kadar *Fecal Coliform* Air Tanah di Kota Yogyakarta Tahun 2020-2023

Hasil pengukuran konsentrasi *fecal coliform* menunjukkan variasi nilai dari tahun 2020 hingga 2021. Pada tahun 2020, konsentrasi tertinggi tercatat di Kantor Kelurahan Tahunan sebesar 120 CFU/100mL, sedangkan empat titik, yaitu titik 9, 28, 29, dan 30, menunjukkan nilai terendah sebesar 0 CFU/100mL, yang memenuhi baku mutu menurut Permenkes No. 2 Tahun 2023. Tahun 2021 menunjukkan peningkatan konsentrasi tertinggi di Kantor Kelurahan Suryodiningratan sebesar 200 CFU/100mL, sementara hanya satu titik, yaitu Kantor Kelurahan Kotabaru (titik 5), yang memiliki nilai 0 CFU/100mL. Secara keseluruhan, sebagian besar lokasi masih mencatat nilai fecal coliform di atas ambang batas yang diperbolehkan untuk penggunaan air higienis dan sanitasi. Hal ini menunjukkan adanya potensi kontaminasi sumber air tanah di beberapa titik, terutama di lokasi dengan nilai tertinggi. Pemantauan berkelanjutan dan identifikasi sumber pencemaran diperlukan untuk memastikan kualitas air tanah tetap terjaga dan layak digunakan sesuai standar kesehatan.

Menurut laporan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup tahun 2021, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) telah menunjukkan bahwa selama enam tahun terakhir, nilai parameter kualitas air yaitu *fecal coliform* sering kali melampaui baku mutu yang ditetapkan. Bakteri *fecal coliform* sendiri biasanya berasal dari tinja manusia dan hewan. Hal tersebut disebabkan oleh pencemaran limbah dengan banyaknya limbah domestik yang langsung dibuang tanpa dilakukan pengolahan dengan baik. Kegiatan pertanian dan peternakan juga mempengaruhi pada peningkatan jumlah *coliform*, terutama jika pengelolaan pupuk kandang atau limbah hewan tidak dilakukan dengan baik. Selain itu, adanya penggunaan air tanah yang berlebihan dapat menurunkan kualitas air dan akan menciptakan kondisi yang memungkinkan kontaminan dari permukaan tanah masuk ke dalam sumber air tanah.

4.3.4 Nilai *Total coliform*

Pengujian sampel air tanah yang dilakukan oleh Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Dinas Kesehatan Provinsi Yogyakarta juga meliputi pengujian kadar *total coliform*. Menurut Permenkes No 2 Tahun 2023 kadar nitrat dalam media air yang digunakan untuk higienitas dan sanitasi memiliki ambang batas 0 CFU/100 mL. Berikut ini hasil dari pengujian sampel dari air tanah untuk kadar *total coliform* di tahun 2020 sampai 2023:



Gambar 4. 5 Kadar *Total Coliform* Air Tanah di Kota Yogyakarta Tahun 2020-2023

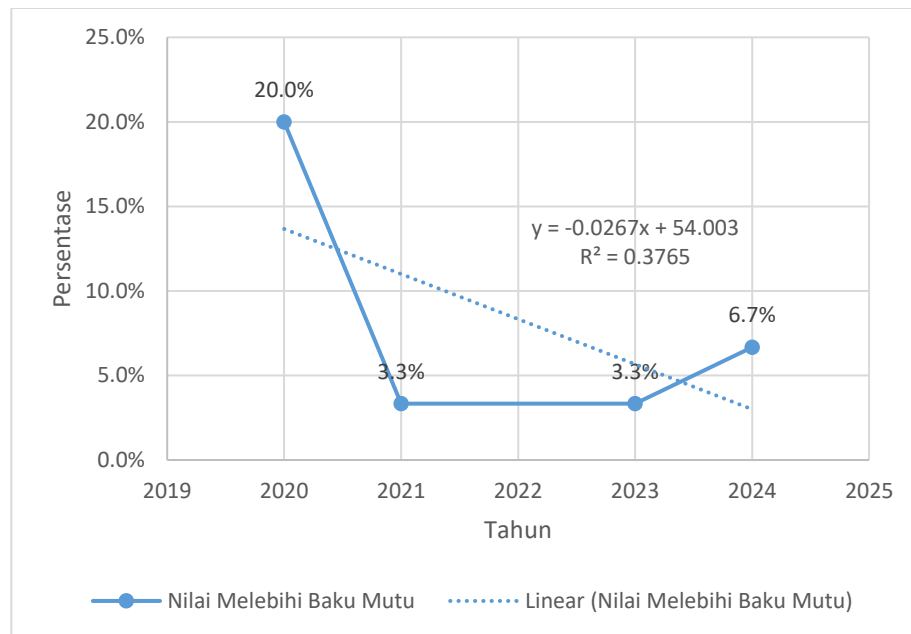
Hasil pengujian konsentrasi total coliform dari tahun 2020 hingga 2023 menunjukkan adanya variasi pada beberapa lokasi pengambilan sampel. Pada tahun 2020, konsentrasi tertinggi tercatat di Kantor Kelurahan Kricak (186 CFU/100 mL), sementara enam titik memiliki nilai terendah sebesar 0 CFU/100 mL, yang sudah memenuhi baku mutu kualitas air tanah. Tahun 2021 menunjukkan peningkatan konsentrasi tertinggi di Kantor Kelurahan Sosromenduran (200 CFU/100 mL), sedangkan titik dengan nilai 0 CFU/100 mL hanya tercatat di Kantor Kelurahan Baciro (titik 18), yang memenuhi baku mutu.

Pada tahun 2022 dan 2023, konsentrasi tertinggi sebesar 200 CFU/100 mL tercatat di beberapa titik, menunjukkan tingkat pencemaran yang konsisten di lokasi tertentu. Di sisi lain, beberapa titik seperti Kantor Kelurahan Notoprajan (titik 27) pada 2022 dan RTHP Brontokusuman serta SMP N 4 Yogyakarta pada 2023 mencatat nilai terendah 0 CFU/100 mL, yang memenuhi standar baku mutu. Hasil ini menunjukkan pentingnya pemantauan berkelanjutan untuk mengidentifikasi sumber pencemaran dan mengurangi risiko kontaminasi total coliform di sumber air tanah yang digunakan untuk keperluan higienis dan sanitasi.

Dari tabel dan grafik hasil kadar *total coliform* tiap tahunnya masih banyak yang melebihi baku mutu, berikut tabel grafik persentase beberapa titik yang sudah memenuhi dan melebihi baku mutu:

Tabel 4. 2 Persentase Nilai Acuan Baku Mutu Tiap Tahun

<i>Total coliform</i>		
Tahun	Memenuhi	Melebihi
2020	80.0%	20.0%
2021	96.7%	3.3%
2023	96.7%	3.3%
2024	93.3%	6.7%

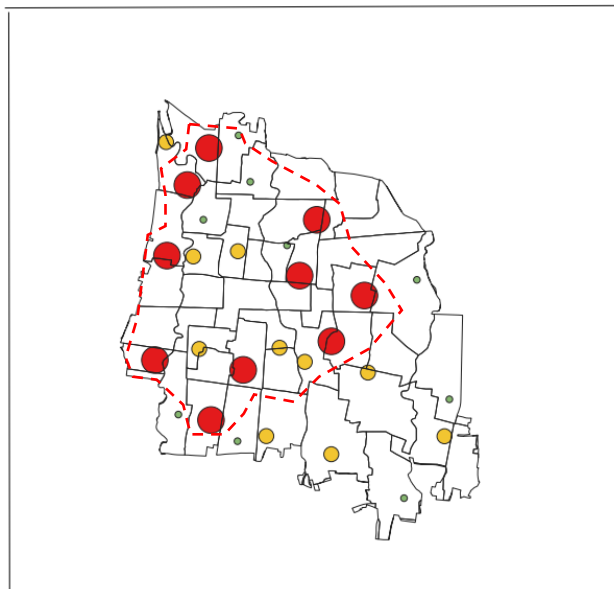


Gambar 4. 6 Grafik Tren Kadar *Total coliform* Melebihi Baku Mutu Tiap Tahun

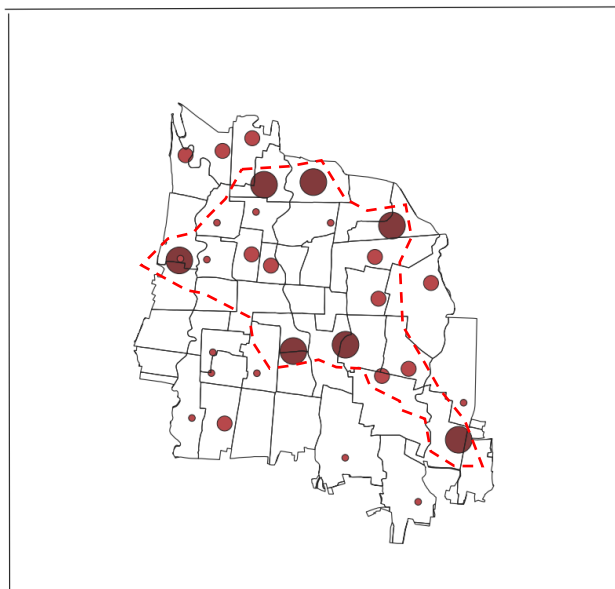
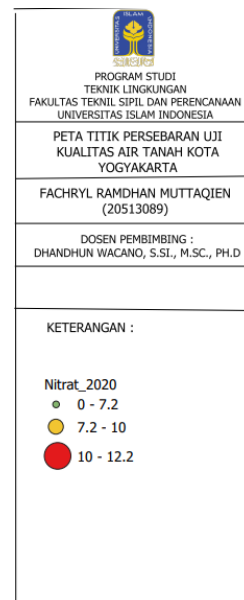
4.4 Analisis Pola Sebaran Spasial

4.4.1 Pola Sebaran Nitrat

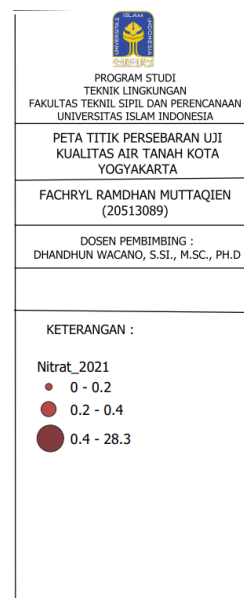
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola sebaran berdasarkan gambar peta dilihat dari arah dominan beberapa titik yang memiliki kadar nitrat yang tinggi. Adapun satuan dari nilai kadar nitrat ini ialah mg/L. Berikut gambar pola sebaran tiap tahunnya:

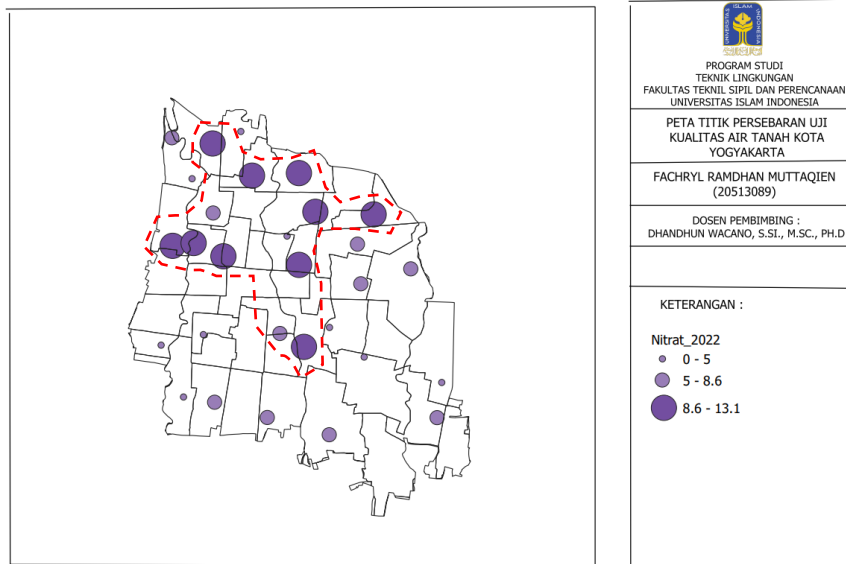


(a)

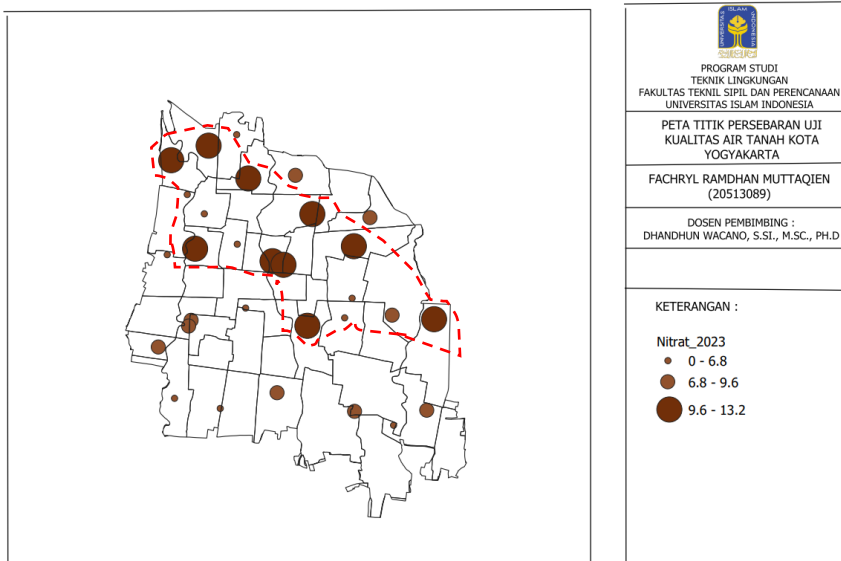


(b)





(c)



(d)

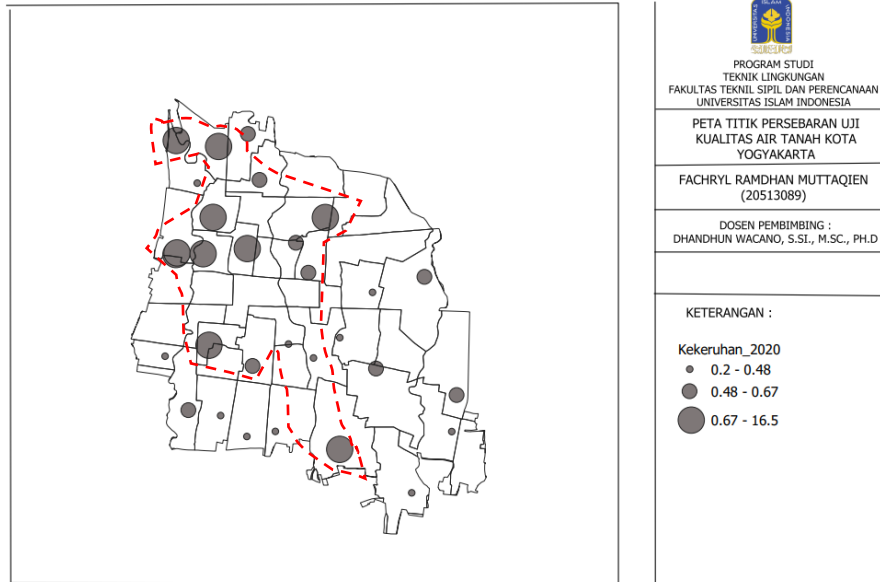
Gambar 4. 7 (a) Pola Sebaran Nitrat Tahun 2020; (b) Pola Sebaran Nitrat Tahun 2021; (c) Pola Sebaran Nitrat Tahun 2022; (d) Pola Sebaran Nitrat Tahun 2023

Berdasarkan gambar 4. 20 yang merupakan pola sebaran kadar nitrat didapatkan bahwa nilai yang tinggi tidak selalu sama dari tiap tahunnya. Pada pola sebaran tahun 2020 terlihat yang memiliki nilai tinggi terdapat dibagian atas yang merupakan bagian utara dan bagian tengah. Namun untuk pola sebaran tersebut masih terbilang mengacak atau tidak fokus pada bagian tertentu. Untuk pola sebaran pada tahun 2021 masih sama seperti tahun sebelumnya yaitu nilai yang tinggi terdapat pada bagian utara dan tengah namun masih belum mendominasi pada bagian tertentu. Sedangkan pada pola sebaran tahun 2022, yang memiliki nilai tinggi mendominasi pada bagian utara namun ada beberapa titik yang ditengah. Dan pada pola sebaran tahun 2023 sama seperti tahun 2022 yaitu mendominasi pada bagian utara dengan mengarah pada bagian tengah.

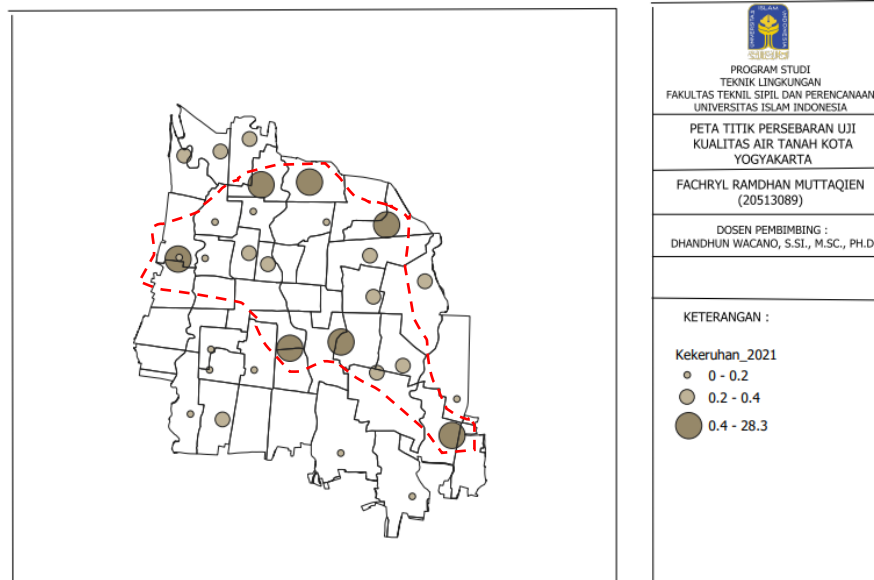
Pola sebaran kadar nitrat dari tahun 2020 hingga 2023 menunjukkan bahwa tidak sama di setiap tahunnya. Namun dapat dilihat bahwa pola sebaran kadar nitrat dari tiap tahunnya telah mendominasi pada bagian utara dan tengah. Jika dilihat dari penggunaan lahan, wilayah tersebut berada pada bagian padat pemukiman dan banyaknya aktivitas pertanian dan perkebunan. Dalam hal ini tingginya kadar nitrat pada bagian wilayah tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas manusia yang tinggi. Tingginya kadar nitrat dapat dipengaruhi dari kegiatan manusia seperti pembuangan limbah, pertanian, serta perternakan (Ardhaneswari, 2020).

4.4.2 Pola Sebaran Kekeruhan

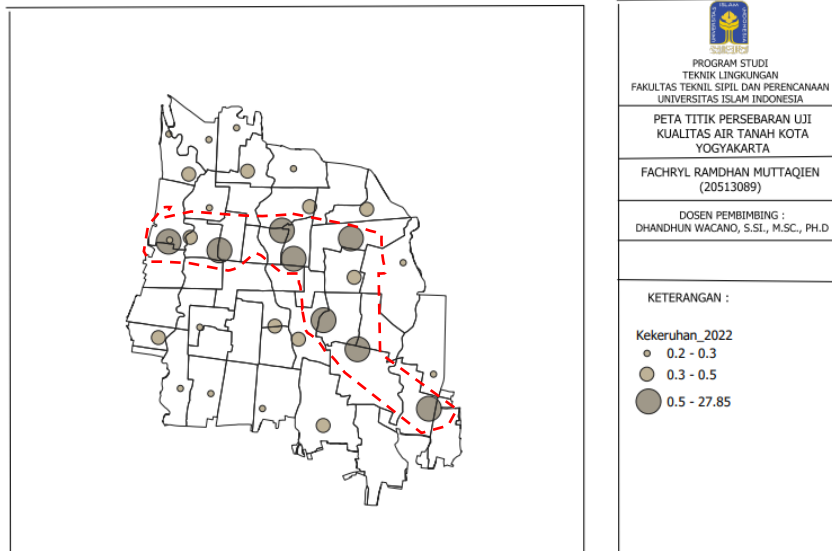
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola sebaran berdasarkan gambar peta dilihat dari arah dominan beberapa titik yang memiliki kadar nitrat yang tinggi. Adapun satuan nilai dari kadar kekeruhan ini ialah NTU. Berikut gambar pola sebaran tiap tahunnya:



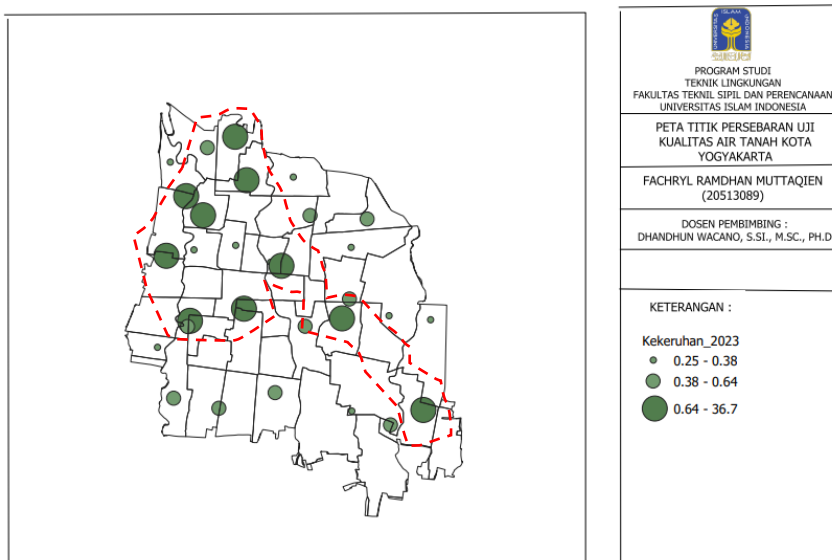
(a)



(b)



(c)



(d)

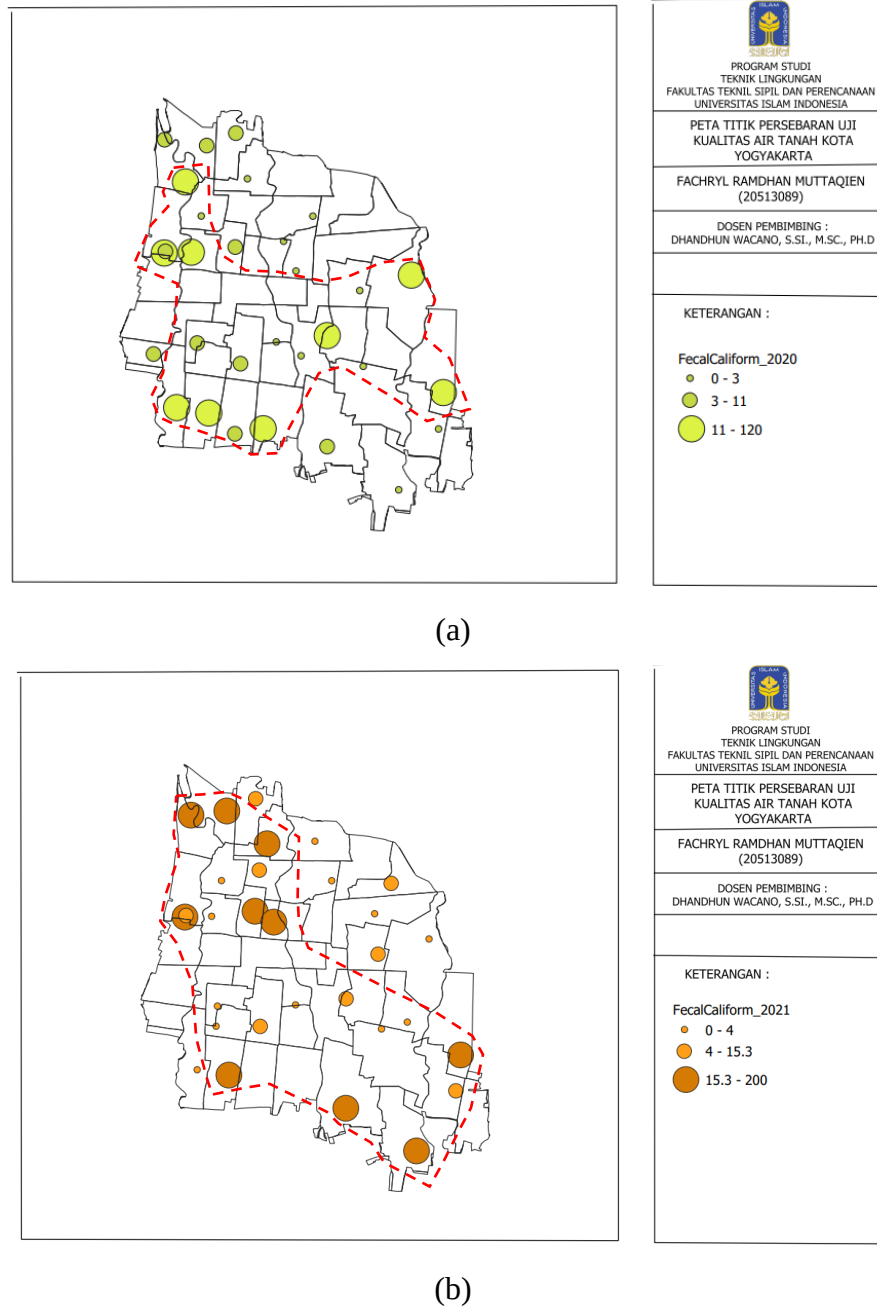
Gambar 4. 8 (a) Pola Sebaran Kekeruhan Tahun 2020; (b) Pola Sebaran Kekeruhan Tahun 2021; (c) Pola Sebaran Kekeruhan Tahun 2022; (d) Pola Sebaran Kekeruhan Tahun 2023

Berdasarkan gambar 4. 21 yang merupakan pola sebaran kadar kekeruhan didapatkan bahwa nilai yang tinggi tidak selalu sama dari tiap tahunnya. Pada pola sebaran tahun 2020 terlihat yang memiliki nilai tinggi dominan terdapat dibagian atas. Untuk pola sebaran pada tahun 2021 yaitu nilai yang tinggi terlihat random tidak mengarah pada bagian tertentu. Sedangkan pada pola sebaran tahun 2022, yang memiliki nilai tinggi mendominasi pada bagian tengah. Dan pada pola sebaran tahun 2023 yaitu mendominasi pada bagian utara namun beberapa mengarah pada bagian tengah.

Pola sebaran kadar kekeruhan dari tahun 2020 hingga 2023 menunjukan bahwa tidak sama di setiap tahunnya. Namun dapat dilihat bahwa pola sebaran kadar kekeruhan dari tiap tahunnya telah mendominasi pada bagian utara dan tengah. Secara visual, pola persebaran nilai kadar kekeruhan memiliki kesamaan dengan pola persebaran nilai kadar nitrat, karena arah dominan dari tiap tahunnya menyerupai. kekeruhan dan kadar nitrat juga bisa saling berhubungan, terutama jika ada gangguan di permukaan tanah. Misalnya, saat adanya aktivitas pembangunan, pertanian yang menggunakan pupuk berlebih, atau kebocoran limbah, partikel-partikel tanah tersebut bisa masuk ke air tanah dan membuatnya keruh. Bersamaan dengan itu, nitrat dari pupuk atau limbah juga terbawa air dan masuk ke air tanah. Menurut Hao & Huang (2022), proses terbentuknya nitrat dalam keseimbangan ekosistem dapat ditunjang oleh pengadukan substrat dasar yang mempengaruhi konsentrasi kekeruhan perairan.

4.4.3 Pola Sebaran *Fecal coliform*

Hasil penelitian menunjukan bahwa pola sebaran berdasarkan gambar peta dilihat dari arah dominan beberapa titik yang memiliki kadar nitrat yang tinggi. Adapun satuan nilai dari kadar *fecal coliform* ini ialah CFU/100mL. Berikut gambar pola sebaran tiap tahunnya:



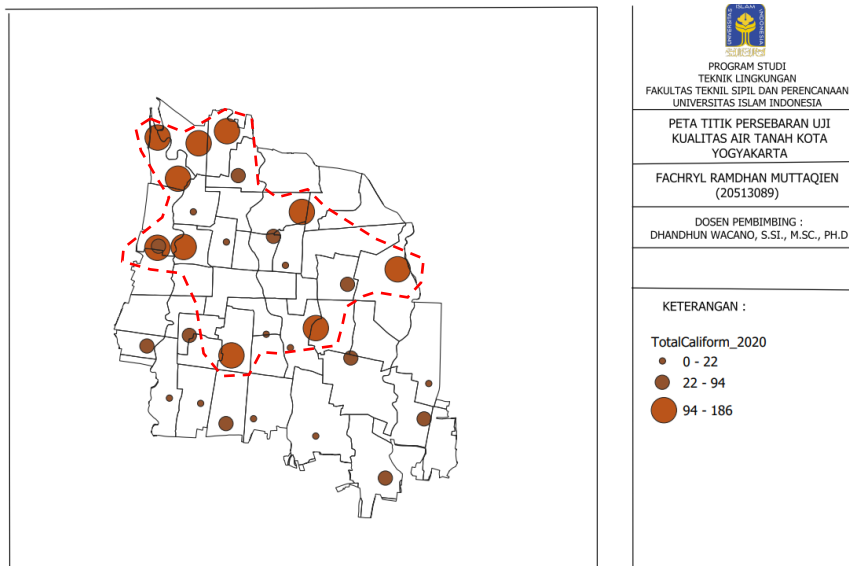
Gambar 4. 9 (a) Pola Sebaran *Fecal coliform* Tahun 2020; (b) Pola Sebaran *Fecal coliform* Tahun 2021

Berdasarkan gambar 4. 22 yang merupakan pola sebaran kadar *fecal coliform* didapatkan bahwa nilai yang tinggi tidak selalu sama dari tiap tahunnya. Pada pola sebaran tahun 2020 terlihat yang memiliki nilai tinggi tidak mengarah pada satu bagian. Namun, walaupun tidak dominan secara visual dominan pada bagian kiri (barat) wilayah pola sebaran. Untuk pola

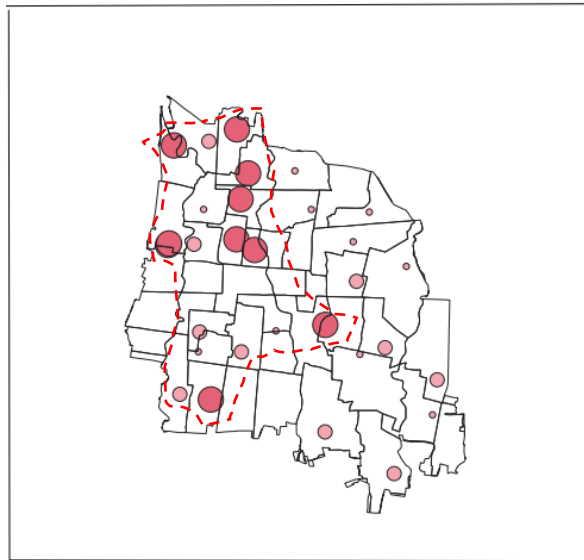
sebaran pada tahun 2021 yaitu nilai yang tinggi hampir sama tidak terlihat mengarah pada bagian tertentu. Namun secara visual dari pola sebaran tersebut dominan pada bagian utara. Pola sebaran kadar *fecal coliform* dari tahun 2021 dan 2022 menunjukkan bahwa tidak sama di setiap tahunnya. Namun secara visual bahwa pola sebaran kadar *fecal coliform* tidak memiliki kesamaan dengan kadar nitrat.

4.4.4 Pola Sebaran *Total coliform*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola sebaran berdasarkan gambar peta dilihat dari arah dominan beberapa titik yang memiliki kadar nitrat yang tinggi. Adapun satuan nilai dari kadar *total coliform* ini ialah CFU/100mL. Berikut gambar pola sebaran tiap tahunnya:

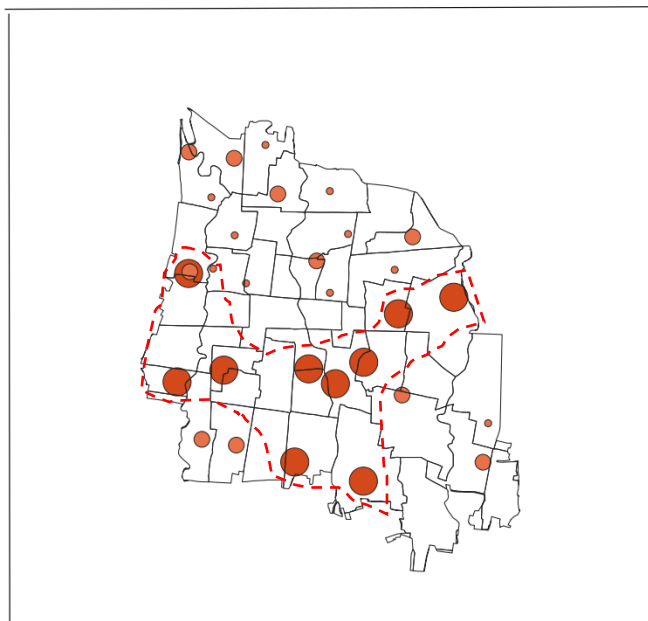


(a)



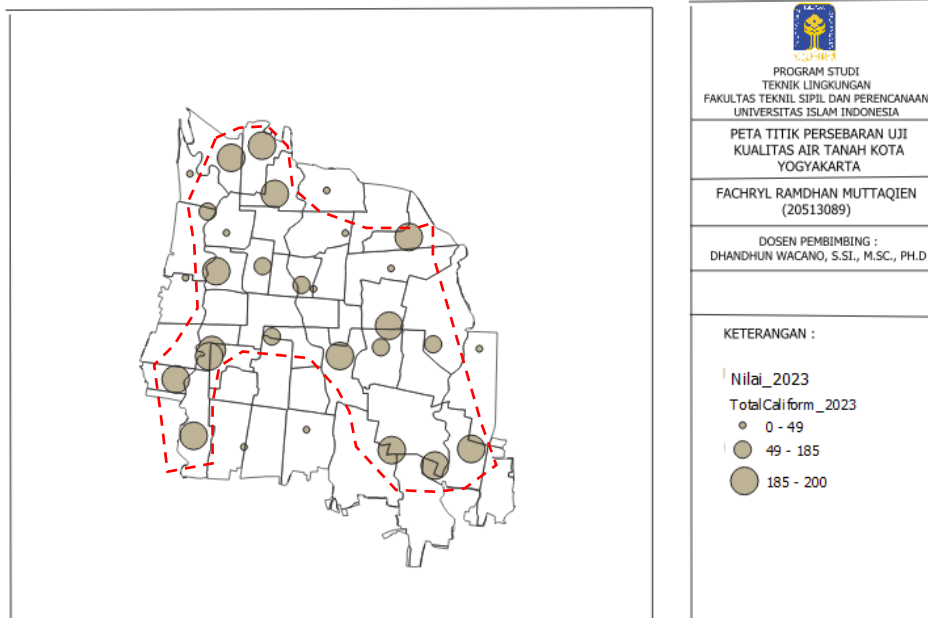
 PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PETA TITIK PERSEBARAN UJI KUALITAS AIR TANAH KOTA YOGYAKARTA
FACHRYL RAMDHAN MUTTAQIEN (20513089)
DOSEN PEMBIMBING : DHANDHUN WACANO, S.SI., M.SC., PH.D
KETERANGAN : TotalCaliform_2021 0 - 56 56 - 121 121 - 200

(b)



 PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PETA TITIK PERSEBARAN UJI KUALITAS AIR TANAH KOTA YOGYAKARTA
FACHRYL RAMDHAN MUTTAQIEN (20513089)
DOSEN PEMBIMBING : DHANDHUN WACANO, S.SI., M.SC., PH.D
KETERANGAN : TotalCaliform_2022 0 - 51.3 51.3 - 197.3 197.3 - 200

(c)



Gambar 4. 10 (a) Pola Sebaran *Total coliform* Tahun 2020; (b) Pola Sebaran *Total coliform* Tahun 2021; (c) Pola Sebaran *Total coliform* Tahun 2022; (d) Pola Sebaran *Total coliform* Tahun 2023

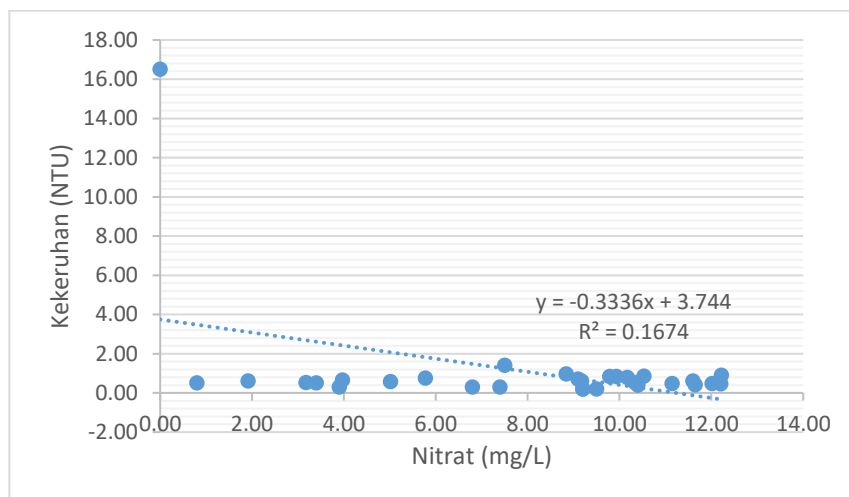
Berdasarkan gambar 4. 23 yang merupakan pola sebaran kadar *total coliform* didapatkan bahwa nilai yang tinggi tidak selalu sama dari tiap tahunnya. Pada pola sebaran tahun 2020 terlihat yang memiliki nilai tinggi mengarah pada bagian utara. Untuk pola sebaran pada tahun 2021 yaitu nilai yang tinggi hampir sama terlihat mengarah pada bagian utara. Sedangkan pada pola sebaran tahun 2022, yang memiliki nilai tinggi mendominasi pada bagian tengah. Dan pada pola sebaran tahun 2023 nilai yang tinggi yaitu terlihat hampir menyeluruh. Secara umum dengan dilihat dari tiap tahunnya pola sebaran kadar *total coliform* dari tahun 2020 hingga 2023 menunjukkan bahwa tidak sama di setiap tahunnya. sehingga secara visual bahwa pola sebaran kadar *total coliform* tidak memiliki kesamaan dengan kadar nitrat.

4.5 Hubungan Antara Parameter Nitrat Dengan Parameter Pendukung (Kekeruhan, *Fecal Caliform* Dan *Total Caliform*)

Pada hubungan parameter nitrat dengan parameter pengaruh ini menggunakan analisis korelasi berupa regresi linear. Analisis Regresi Linear merupakan metode statistik yang digunakan untuk membangun model dan mengevaluasi pengaruh satu atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen (Agus Tribasuki, 2016). Dalam hal ini analisis data dioperasikan dalam grafik diagram pencar dan dilihat langsung berdasarkan hasil persamaan regresi linear ($y = ax + b$) serta koefisien determinasi (R^2). Korelasi tersebut secara umum dapat bersifat positif yaitu dimana ketika satu variabel meningkat, variabel lainnya ikut meningkat. Korelasi bersifat negatif yaitu ketika satu variabel meningkat, variabel lainnya menurun. Dan untuk korelasi bersifat nol yaitu jika tidak hubungan yang jelas antara perubahan dari kedua variabel. Berikut hasil hubungan antara parameter nitrat dengan parameter pengaruhnya.

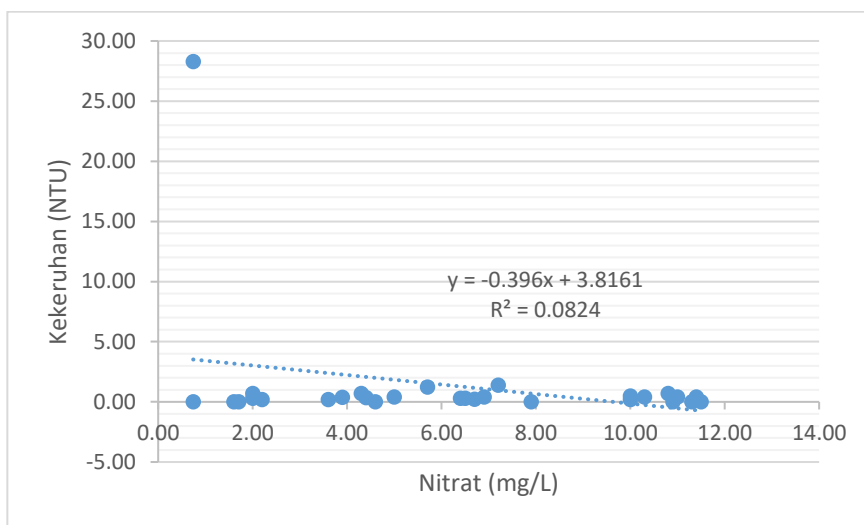
4.5.1 Hubungan Antara Parameter Nitrat Dengan Kekeruhan

Grafik di bawah menunjukkan hubungan antara konsentrasi nitrat (mg/L) dan jumlah Kekeruhan (NTU) yang digambarkan melalui persamaan regresi linier dan nilai koefisien determinasi (R^2), yang memberikan indikasi seberapa kuat hubungan antar variabel.



Gambar 4. 11 Perbandingan Nitrat dengan Kekeruhan Tahun 2020

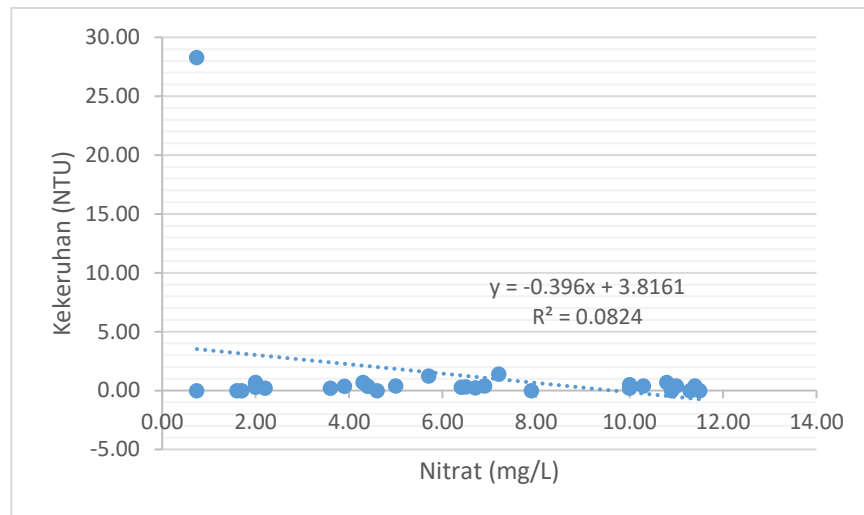
Pada gambar diatas menggambarkan hubungan antara kadar nitrat (mg/L) dan tingkat kekeruhan (NTU) melalui persamaan regresi linier $y = -0.3336x + 3.744$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.1674. Persamaan ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel bersifat negatif, artinya semakin tinggi kadar nitrat, kekeruhan cenderung sedikit menurun. Namun, karena nilai R^2 hanya 16.74%, ini berarti nitrat hanya memiliki pengaruh kecil terhadap perubahan kekeruhan, sementara sebagian besar variasinya dipengaruhi oleh faktor lain. Secara keseluruhan, meskipun ada tren penurunan kekeruhan saat nitrat meningkat, hubungan ini cukup lemah sehingga tidak bisa disimpulkan bahwa nitrat memiliki pengaruh kuat atau konsisten terhadap kekeruhan.



Gambar 4. 12 Perbandingan Nitrat dengan Kekeruhan Tahun 2021

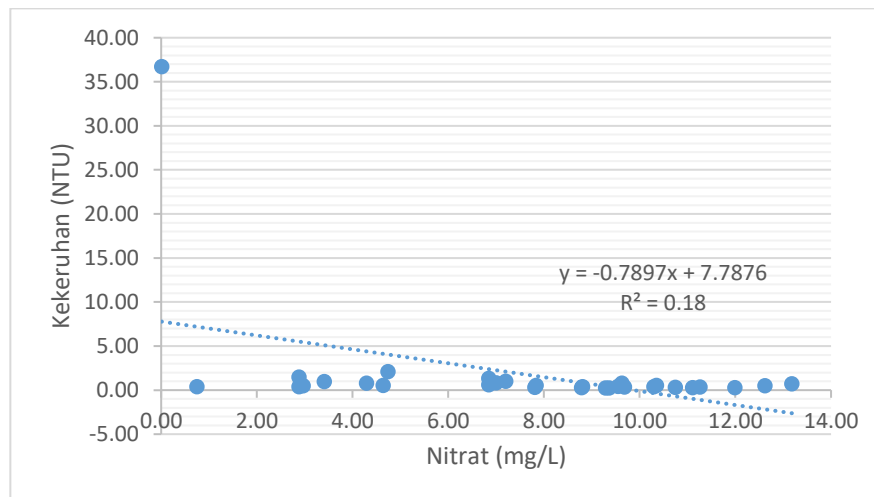
Gambar diatas menunjukkan pola hubungan antara kadar nitrat dan kekeruhan yang mirip dengan **Gambar 4.24**, tetapi dengan persamaan regresi yang sedikit berbeda, yaitu $y = -0.396x + 3.8161$ dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.0824. Sama seperti gambar sebelumnya, hubungan antara nitrat dan kekeruhan bersifat negatif, yang berarti semakin tinggi konsentrasi nitrat, kekeruhan cenderung sedikit menurun. Namun, nilai R^2 yang sangat rendah (8.24%) menandakan bahwa hubungan ini sangat lemah. Pola ini semakin memperkuat dugaan bahwa kekeruhan bukan satu-satunya faktor yang mempengaruhi nitrat. Faktor lain, seperti

partikel tersuspensi, bahan organik, atau aktivitas biologis, mungkin lebih dominan dalam menentukan tingkat kekeruhan yang terukur.



Gambar 4. 13 Perbandingan Nitrat dengan Kekeruhan Tahun 2022

Grafik diatas juga memperlihatkan pola hubungan antara nitrat dan kekeruhan yang sama seperti grafik pada **gambar 4.25**, dengan persamaan regresi $y = - 0.396 x + 3.8161$ dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.0824. Hubungan antara kedua variabel ini tetap negatif dan lemah, artinya ketika kadar nitrat meningkat, kekeruhan sedikit menurun, tetapi pengaruhnya sangat kecil. Dengan R^2 hanya 8.24%, sebagian besar variasi dalam kekeruhan tidak dapat dijelaskan oleh perubahan kadar nitrat. Sebagian besar titik data pada grafik ini berkumpul di area dengan nilai kekeruhan rendah, tanpa memandang variasi konsentrasi nitrat. Adanya beberapa titik dengan kekeruhan tinggi pada kadar nitrat rendah kembali menunjukkan bahwa nitrat dipengaruhi oleh faktor lain di luar kekeruhan. Faktor-faktor seperti partikel tersuspensi dari sumber lain atau aktivitas biologis kemungkinan besar lebih memengaruhi perubahan nilai kekeruhan. Ini semakin memperjelas bahwa meskipun ada tren penurunan kekeruhan saat nitrat bertambah, hubungan ini sangat lemah dan tidak cukup konsisten untuk dianggap signifikan.

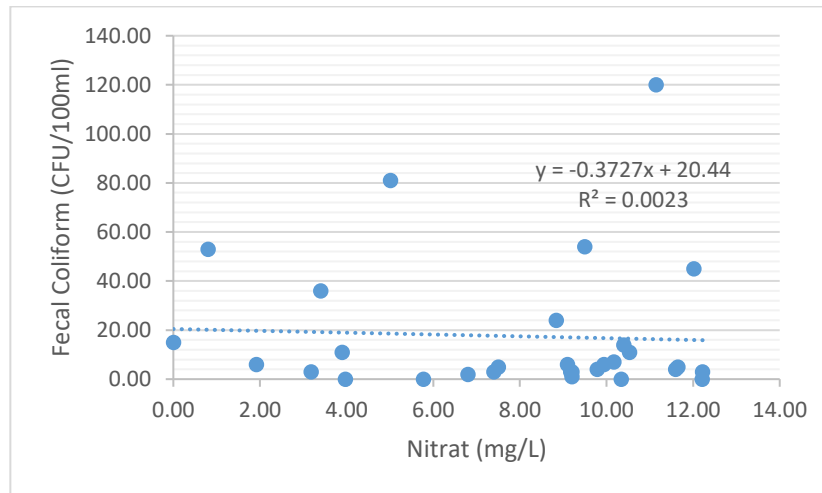


Gambar 4. 14 Perbandingan Nitrat dengan Kekeruhan Tahun 2023

Grafik diatas memiliki persamaan regresi $y = -0.7897x + 7.7876$ dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.18. Berbeda dengan grafik sebelumnya, tren negatif antara konsentrasi nitrat dan kekeruhan di sini tampak sedikit lebih kuat, ditunjukkan oleh kemiringan garis regresi yang lebih curam dan nilai R^2 yang sedikit lebih tinggi (18%). Meskipun demikian, nilai R^2 ini masih tergolong rendah, yang menandakan bahwa nitrat hanya berkontribusi kecil dalam menjelaskan variasi kekeruhan. Sebagian besar variasi kekeruhan masih dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang tidak terukur dalam analisis ini. Dalam grafik ini terlihat lebih banyak titik data dengan nilai kekeruhan rendah pada konsentrasi nitrat yang bervariasi, sementara terdapat juga satu outlier dengan kekeruhan sangat tinggi pada kadar nitrat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa, meskipun peningkatan nitrat secara umum diikuti dengan penurunan kekeruhan, hubungan tersebut tidak cukup kuat untuk memberikan kesimpulan yang pasti. Distribusi data ini menggambarkan betapa kompleksnya hubungan antara nitrat dan kekeruhan, di mana faktor-faktor eksternal, seperti keberadaan partikel tersuspensi lainnya atau perubahan aktivitas biologis, mungkin memiliki pengaruh yang lebih signifikan.

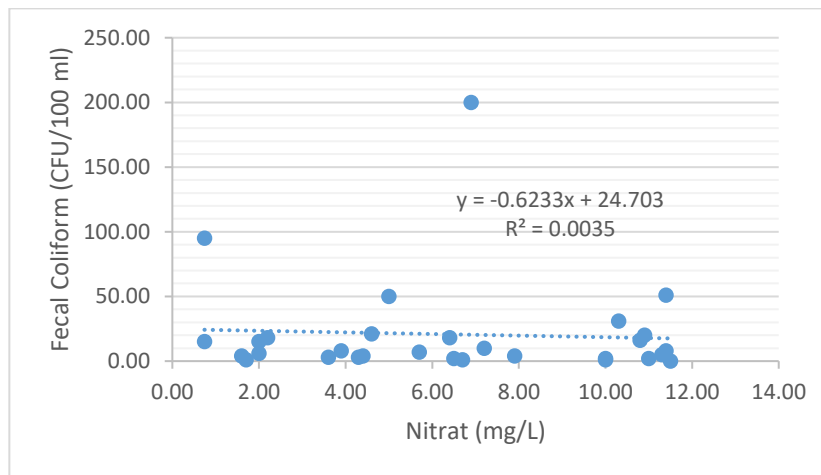
4.5.2 Hubungan Antara Parameter Nitrat Dengan *Fecal coliform*

Grafik di bawah menunjukkan hubungan antara konsentrasi nitrat (mg/L) dan jumlah *fecal coliform* (CFU/100 ml) yang digambarkan melalui persamaan regresi linier dan nilai koefisien determinasi (R^2), yang memberikan indikasi seberapa kuat hubungan antar variabel.



Gambar 4. 15 Perbandingan Nitrat dengan *Fecal coliform* Tahun 2020

Pada grafik di atas persamaan regresinya adalah $y = -0.3727x + 20.44$ dengan nilai R^2 sebesar 0.0023. Ini menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi nitrat dan *fecal coliform* hampir tidak ada. Slope atau kemiringan regresi sebesar -0.3727 menunjukkan sedikit hubungan negatif, yang artinya peningkatan nitrat sedikit terkait dengan penurunan jumlah *fecal coliform*. Namun, dengan R^2 yang sangat rendah, hubungan ini hampir tidak berarti, menunjukkan bahwa variasi jumlah *fecal coliform* sangat dipengaruhi oleh faktor lain selain nitrat.

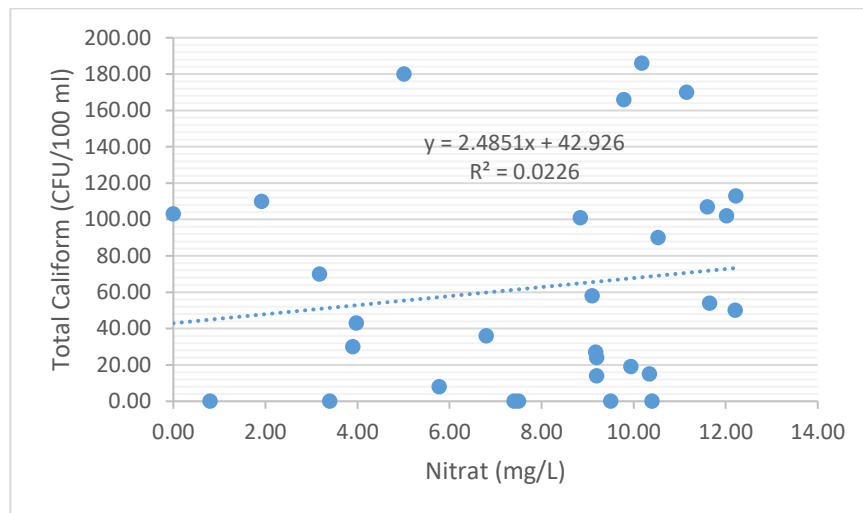


Gambar 4. 16 Perbandingan Nitrat dengan *Fecal coliform* Tahun 2021

Pada grafik di atas persamaan regresinya adalah $y = -0.6233x + 24.703$ dengan nilai R^2 sebesar 0.0035. Hubungan antara nitrat dan *fecal coliform* juga sangat lemah di sini. Seperti grafik sebelumnya, hubungan negatif (slope -0.6233) menunjukkan kecenderungan penurunan jumlah *Fecal coliform* saat konsentrasi nitrat meningkat, tetapi nilai R^2 yang sangat rendah menunjukkan bahwa hanya 0.35% dari variasi *fecal coliform* yang bisa dijelaskan oleh perubahan nitrat. Hal ini menegaskan bahwa nitrat bukanlah faktor utama yang menentukan jumlah *fecal coliform*.

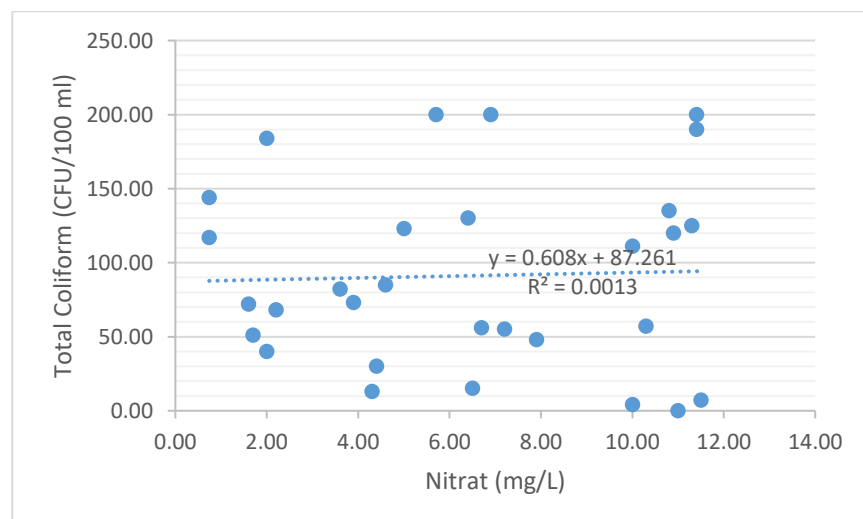
4.5.3 Hubungan Antara Parameter Nitrat Dengan *Total coliform*

Grafik di bawah menunjukkan hubungan antara konsentrasi nitrat (mg/L) dan jumlah *total coliform* (CFU/100 ml) yang digambarkan melalui persamaan regresi linier dan nilai koefisien determinasi (R^2), yang memberikan indikasi seberapa kuat hubungan antar variabel.



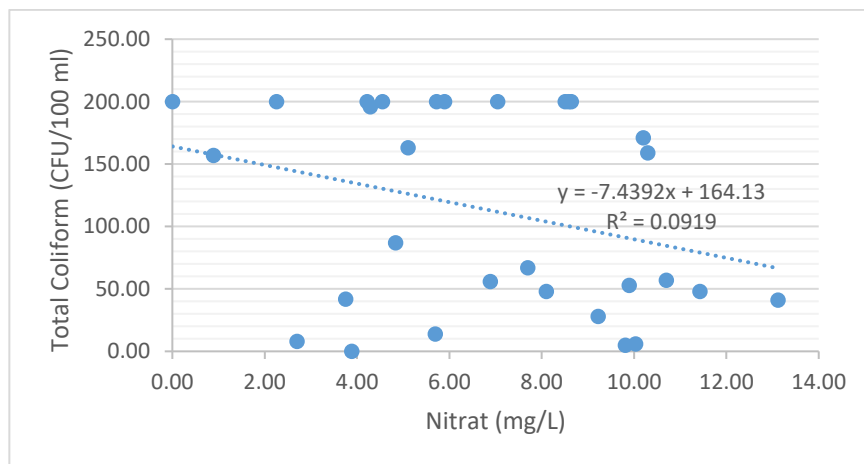
Gambar 4. 17 Perbandingan Nitrat dengan *Total coliform* Tahun 2020

Pada grafik di atas persamaan regresinya adalah $y = 2.4851x + 42.926$ dengan nilai R^2 sebesar 0.0226. Nilai ini menunjukkan hubungan yang sangat lemah antara konsentrasi nitrat dan jumlah *total coliform*, di mana peningkatan kadar nitrat sebesar 1 mg/L diprediksi akan meningkatkan jumlah *total coliform* sebesar 2.4851 CFU/100 ml. Namun, nilai R^2 yang rendah mengindikasikan bahwa hanya 2.26% dari variasi *total coliform* dapat dijelaskan oleh konsentrasi nitrat, sementara selebihnya dipengaruhi oleh faktor lain.



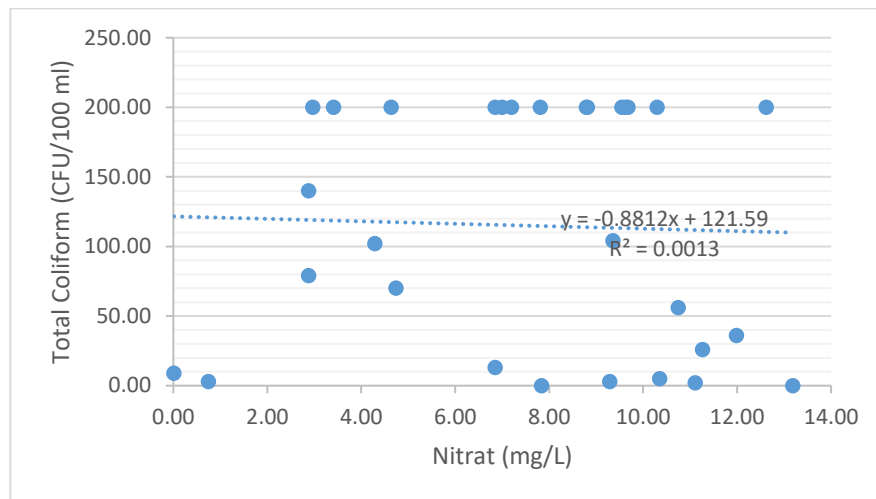
Gambar 4. 18 Perbandingan Nitrat dengan *Total coliform* Tahun 2021

Pada grafik di atas persamaan regresinya adalah $y=0.608x+87.261$ dengan R^2 sebesar 0.0013. Ini menunjukkan hampir tidak ada korelasi antara nitrat dan *total coliform*, dengan kemiringan yang sangat rendah (0.608), yang berarti bahwa perubahan nitrat tidak memberikan perubahan signifikan terhadap jumlah *total coliform*. Nilai R^2 yang mendekati nol memperkuat bahwa hubungan antar variabel ini sangat lemah.



Gambar 4. 19 Perbandingan Nitrat dengan *Total coliform* Tahun 2022

Pada grafik di atas, persamaan regresi adalah $y=-7.4392x+164.13$ dengan R^2 sebesar 0.0919. Hubungan yang ditunjukkan bersifat negatif, yang berarti bahwa peningkatan konsentrasi nitrat cenderung menurunkan jumlah *total coliform*. Namun, dengan R^2 sebesar 0.0919, hubungan ini tetap lemah, hanya 9.19% dari variasi *total coliform* yang dapat dijelaskan oleh variasi nitrat.



Gambar 4. 20 Perbandingan Nitrat dengan *Total coliform* Tahun 2023

Pada grafik di atas, persamaan regresinya adalah $y = -0.8812x + 121.59$ dengan nilai R^2 sebesar 0.0013. Seperti grafik (b), hubungan ini hampir tidak ada dengan kemiringan yang sangat kecil (hanya -0.8812), dan nilai R^2 yang sangat rendah menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah *total coliform*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- 1) Dengan adanya ketersediaan data yang diperoleh, dapat memberikan sumber informasi yang penting dalam menganalisis. Data tersebut memiliki kelebihan yaitu mudah diakses serta penggunaannya dapat memberikan gambaran mengenai kondisi kualitas air tanah tanpa perlu melakukan pengukuran langsung. Namun untuk kekurangannya ialah adanya data yang tidak tercantum seperti kadar *fecal coliform* pada tahun 2022 dan 2023. Namun data tersebut masih tetap bisa digunakan dalam mengetahui potensi sumber nitrat dan analisis pola sebarannya.
- 2) Berdasarkan pengamatan pada pola sebaran, dapat dijelaskan bahwa:
 - Kadar nitrat di Kota Yogyakarta dari tahun 2020 hingga 2023 tidak ada yang melebihi baku mutu, namun untuk pola sebarannya secara visual untuk kadar nitrat yang tinggi terdapat pada wilayah bagian utara dan tengah Kota Yogyakarta.
 - Kadar kekeruhan di Kota Yogyakarta dari tahun 2020 hingga 2023 memiliki 1 titik yang selalu jauh melebihi baku mutu yaitu Kantor Kelurahan Pakuncen. Pola sebarannya secara visual memiliki kesamaan dengan parameter nitrat.
 - Kadar *fecal coliform* di Kota Yogyakarta tahun 2020 dan 2021 lebih dominan tidak memenuhi baku mutu. Secara visual pola sebarannya tidak mengarah pada bagian wilayah tertentu.
 - Kadar *total coliform* di Kota Yogyakarta tahun 2020 hingga 2023 lebih dominan tidak memenuhi baku mutu. Secara visual pola sebarannya tidak mengarah pada bagian wilayah tertentu.
- 3) Potensi sumber pencemaran nitrat pada air tanah di Kota Yogyakarta terutama berasal dari aktivitas perkotaan seperti limbah rumah tangga, penggunaan pupuk kimia di lahan pertanian sekitar, dan serta fasilitas sanitasi umum yang tidak memadai.

5.2 Saran

Untuk menyempurnakan penelitian ini, diharapkan agar kebijakan pemerintah terkait penyediaan data dapat lebih diperhatikan, terutama dalam memastikan kelengkapan dan konsistensi data yang tersedia. Data yang kurang lengkap dapat menjadi kendala dalam melakukan analisis yang lebih mendalam dan menyeluruh. Selain itu, untuk titik lokasi pengambilan sampel, sebaiknya ditetapkan lokasi yang konsisten dari tahun ke tahun. Konsistensi ini penting untuk memudahkan analisis tren dan pola perubahan kualitas air tanah secara lebih akurat dari waktu ke waktu.

Dalam penelitian ini juga, keterbatasan waktu menjadi salah satu hambatan yang membatasi pelaksanaan observasi langsung di lapangan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan observasi lapangan yang lebih mendalam guna memastikan akurasi data dan hasil penelitian. Observasi lapangan juga penting untuk memahami kondisi spesifik yang dapat memengaruhi parameter penelitian, seperti faktor lingkungan, aktivitas manusia, serta aspek geologi dan hidrologi. Dengan demikian, penelitian di masa mendatang diharapkan mampu menghasilkan analisis yang lebih akurat, komprehensif, dan relevan untuk mendukung pengelolaan kualitas air tanah secara berkelanjutan.

5.3 Rekomendasi Kebijakan

Pemerintah Daerah Kota Yogyakarta perlu memperkuat pemantauan kualitas air tanah dengan menyediakan alat ukur yang terkalibrasi di laboratorium lingkungan untuk analisis rutin, serta meningkatkan pelatihan bagi petugas pengujian dan analisis. Selain itu, kebijakan pengawasan pupuk perlu ditingkatkan dengan mengatur intensitas penggunaan pupuk kimia di area rawan pencemaran dan mengawasi praktik pertanian di zona tangkapan air untuk menjaga keberlanjutan lingkungan. Pembangunan sistem peringatan dini juga menjadi langkah penting, seperti instalasi sensor kualitas air di sumur utama untuk mendeteksi peningkatan kekeruhan, coliform, dan nitrat, serta pemberitahuan dini kepada masyarakat tentang potensi kontaminasi. Selanjutnya, pengembangan kebijakan zonasi perlindungan air tanah diperlukan untuk membatasi aktivitas pencemaran, memberikan insentif pada praktik ramah lingkungan, dan melindungi kawasan rentan pencemaran secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnes Fitria Widiyanto., Saudin Yuniarno., Kuswanto. (2015). *Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri Dan Limbah Rumah Tangga*. Universitas Negeri Semarang: Jurnal Kesehatan Masyarakat.
- Ajeng F. Nandya. (2017). *Identifikasi Pusat dan Wilayah Hinterland di Kabupaten Sleman*. Universitas Islam Indonesia: Ilmu Ekonomi.
- Annisa Nur Lathifah., David Sanjaya., Widodo Brontowiyono. (2023). *Analisis Kualitas Air Tanah berdasarkan Parameter Mikrobiologi (Studi Kasus: Kapanewon Ngaglik, Yogyakarta)*. Jurnal Serambi Engineering: Volume VIII, No.3, Juli 2023 H 6715 – 6720.
- Anshari, I. A. L. (2022). *Analisis Distribusi Nitrat, Fosfat, dan Silikat Di Perairan Pesisir Tompotana, Kecamatan Kepulauan Tanakeke, Kabupaten Takalar Menggunakan Indikator Fitoplankton = Analysis of Nitrate, Phosphate, and Silicate Distribution in Coastal Waters of Tompotana, T*. Skripsi Thesis, Universitas Hasanuddin
- Arundhati, G. (2005). *Pengaruh Limbah Domestik Kota Palangkaraya terhadap Kualitas Air Sungai Kahayan Guna Peruntukan Air Minum*, Skripsi, Fakultas Geografi. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Badan Pusat Statistik., (2023). *Kecamatan Ngemplak Dalam Angka 2023*. 88 Halaman
- Bambang Prastistho., Puji Pratiknyo., Achmad Rodhi., M. Ridwan., Yulian Kurnia. (2018). *Hubungan Struktur Geologi dan Sistem Air Tanah*. LPPM UPN “Yogyakarta” Press Kementerian Riset, Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta. Basis Data Lingkungan Hidup. <https://lingkunganhidup.jogjakota.go.id/page/index/basis-data-lingkungan-hidup>
- Dr. Ir. H. Darwis, M.Sc., (2018). *Pengelolaan Air Tanah*. Yogyakarta: Pena Indris.
- Dutta, S., & Sharma, S. (2020). *Impact of Land Use on Groundwater Quality. Enviromental Monitoring and Assessment*, 192(7),412.

- Effendi H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fathmawati. (2017). *Valuasi Ekonomi dampak Pencemaran Nitrat pada Air Sumur terhadap Kejadian Kanker Kolorektal di RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta*. Yogyakarta: Penerbit UGM
- Ina-Geoportal Indonesia. <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/unduh>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2020). *Laporan Kualitas Air Tanah di Indonesia*.
- Kusnaedi. (2010). *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Mahfudh, N. et al. (2024). *Groundwater and indoor air quality of urban village housing: study in Janturan, Warungboto, Yogyakarta*. International Journal of Public Health Science (IJPHS) Vol. 13, No. 3, September 2024, pp. 1393~1401.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Mutia Ardhaneswari., Bambang Wispriyono. (2022). *Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Senyawa Nitrat dan Nitrit Pada Air Tanah di Desa Cihambulu Subang*. Universitas Indonesia: Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia.
- Ngadi Purnawati Sulistiyani. (2012). *Penentuan Kandungan No₂-N Dan No₃-N Pada Air Sungai Ringin, Kalisat, Dan Galeh Dengan Spektrofotometer Uv-Vis Di Balai Pengujian Dan Laboratorium Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Tengah*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Notodarmojo, S. (2005). *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*. Bandung: Penerbit ITB.
- Peta Tematik Indonesia

- Popi Rejekiningrum. (2009). *Peluang Pemanfaatan Air Tanah Untuk Keberlanjutan Sumber Daya Air*. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi ISSN 1907-0799.
- Rahma A. Savitri. (2017). *Kualitas Airtanah Bebas di Kelurahan Prenggan, Kecamatan Kotagede, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Fakultas Ilmu Sosial UNY.
- Slamet. (2004). *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Soemarwoto, O. (2009). *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suddhasil Bose., Asis Mazumdar., Snehamanju Basu. (2023). *Evolution Of Groundwater Quality Assessment On Urban Area- A Bibliometric Analysis*. Groundwater For Suistable Development 20 (2023) 100894.
- Sutardi A., Suprayogi S., Nugroho T. Adji. (2017). *Kajian Kualitas Airtanah Bebas antara Sungai Kuning dan Sungai Tepus di Kecamatan Ngemplak, Yogyakarta, Indonesia*. Majalah Geografi Indonesia Vol. 31, No.1, Maret 2017 (31 - 38).
- Sutrisno. (2004). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineke Cipta, Jakarta.
- Tia Nuraya., Dahlia Wulan Sari., dan Elliska Murni Harfinda. (2022). *Analisis Kandungan Nitrat Dan Fosfat Di Perairan Parit Baru, Kubu Raya Kalimantan Barat*. Manfish Journal: ISSN 2721 2939 Volume 2 Nomor 3 – September 2022
- Treyens, C. (2009). *Bacteria and private wells – Information every well owner should know*. On Tap Magazine Winter 2009, 19-22.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019. *Tentang Sumber Daya Air*.
- Wardhana. (2001). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit
- Wulandari, N., Perwira, I. Y., & Ernawati, N. M. (2021). *Profil Kandungan Fosfat pada Air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tukad Ayung, Bali*. Current Trends in Aquatic Science IV, 2(2), 108-115