

BAB II

TUNJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Peran Air

Air merupakan kebutuhan penting bagi makhluk hidup dan merupakan salah satu komponen dasar bagi keberlangsungan kehidupan di Bumi. Manusia sangat bergantung pada air karena, air berperan sebagai penunjang utama dalam kehidupan manusia (Alfin, 2022). Air merupakan peranan penting dalam ekosistem, pertanian, industri, serta kehidupan sehari-hari manusia. Air yang layak digunakan adalah air yang memenuhi persyaratan standar yang meliputi persyaratan fisika, kimia, dan biologi. Ketersediaan air bersih dan berkualitas menjadi faktor krusial bagi kesehatan dan kesejahteraan masyarakat.

2. Sungai

Sumber air paling banyak dimanfaatkan oleh manusia adalah air sungai. Sungai adalah aliran air yang berasal dari sumber-sumber alami, mengalir dari tempat yang tinggi menuju tempat yang lebih rendah, dan akhirnya bermuara ke laut, danau, atau sungai yang lebih besar. Umumnya, arus air di hulu sungai, yang biasanya terletak di daerah pegunungan, lebih deras dibandingkan dengan arus di bagian hilir (Sari, 2021). Bagian hulu

sungai terletak di ujungnya dengan kemiringan yang cukup curam, sehingga arus air di area ini cukup deras. Di sisi lain, bagian tengah sungai merupakan bagian terpanjang dan sangat dimanfaatkan oleh masyarakat, karena melintasi berbagai area kota. Sementara itu, bagian hilir merupakan ujung sungai yang biasanya bermuara di laut. Area ini sering terdampak oleh pasang surut air laut.

3. Pencemaran Air Sungai

Pencemaran air adalah proses di mana makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lainnya masuk ke dalam air akibat aktivitas manusia, sehingga kualitas air tersebut melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan (PP RI No 22 Tahun 2021). Masuknya zat, energi, atau komponen lain ke dalam air dapat menyebabkan penurunan kualitasnya hingga tingkat tertentu, sehingga air tersebut tidak lagi dapat berfungsi sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Air yang tercemar dapat mengkontaminasi sumber air minum, sehingga menjadikannya tidak aman untuk digunakan. Pencemaran air sungai ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor aktivitas manusia seperti limbah industri, limbah budidaya lele, dan limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga. Limbah-limbah ini seringkali mengandung zat-zat kimia berbahaya yang dapat mengancam kesehatan manusia dan kelangsungan ekosistem. Dampak dari pencemaran air sungai ini sangat luas, meliputi

gangguan kesehatan masyarakat, kerusakan pada ekosistem, serta implikasi sosial dan ekonomi yang signifikan.

4. Sungai Gajahwong

Sungai Gajahwong merupakan sebuah aliran besar yang terletak di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), mengalir dari kaki Gunung Merapi di Sleman, melintasi Kota Yogyakarta, hingga berakhir di Kabupaten Bantul. Panjang sungai ini sekitar 22,81 km dengan luas area aliran sungai sekitar 49,08 km². Berdasarkan Keputusan Gubernur DIY No. 22 Tahun 2007, Sungai Gajahwong termasuk dalam kategori sungai kelas II yang dimanfaatkan untuk kegiatan rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan, pengairan pertanian, dan berbagai keperluan lainnya. Namun, Sungai Gajahwong sering kali tercemar oleh limbah dari rumah tangga dan industri (Peraturan Gubernur DIY, 2007). Indikator pencemaran yang umumnya digunakan untuk Sungai Gajahwong termasuk parameter pH, DO, BOD, COD, TSS, Fosfat, Nitrat, dan Fecal Coliform. Pencemaran ini menyebabkan kualitas air sungai menurun, terkadang sampai dapat dikategorikan pencemaran sedang hingga berat sesuai dengan standar kualitas air untuk sungai kelas II di Indonesia (Widyaputra, 2018). Pencemaran ini berpengaruh terhadap penurunan keanekaragaman hayati di perairan dan kesehatan masyarakat. Kontaminasi oleh pestisida organofosfat dan karbamat, serta logam berat, dapat mengganggu

fungsi enzim penting dalam organisme perairan, yang pada akhirnya dapat merusak rantai makanan dan fungsi ekosistem sungai. Selain itu, kualitas air yang buruk dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi masyarakat yang menggunakan air sungai untuk kebutuhan sehari-hari.

5. Kelas Sungai Gajahwong

Sungai Gajahwong termasuk dalam kategori sungai kelas II, Menurut Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Pelindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada Lampiran IV menjelaskan Klarifikasi sungai kelas II yaitu merupakan air yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan rekreasi, budidaya ikan air tawar, peternakan, penggunaan air untuk pertanian, serta tujuan lain yang membutuhkan jenis air yang sama dengan kegunaan tersebut (PP RI No 22 Tahun 2021).

Bakumutu air yang bersih dan layak digunakan oleh masyarakat harus memenuhi berbagai syarat. Standar kualitas air sungai mencakup parameter fisika, kimia, dan biologis yang terpenuhi. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Klasifikasi parameter kualitas air sungai kelas II yaitu:

Tabel 2. Klasifikasi Parameter Kualitas Air Sungai Kelas II

Parameter	Satuan	Kelas II	Keterangan
Temperatur	°C	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air

Parameter	Satuan	Kelas II	Keterangan
TDS	mg/L	1.000	Tidak berlaku untuk muara
TSS	mg/L	50	
Warna	Pt-Co Unit	50	Tidak berlaku untuk air gambut (bedasarkan kondisi alaminya)
pH		6-9	
BOD	mg/L	3	
COD	mg/L	25	
DO	mg/L	4	Batas minimal
Sulfat (SO_4^{2-})	mg/L	300	
Klorida (Cl^-)	mg/L	300	
Nitrat (sebagai N)	mg/L	10	
Nitrit (sebagai N)	mg/L	0,06	
Amoniak (sebagai N)	mg/L	0,2	
Total Nitrogen	mg/L	15	
Total Fosfat	mg/L	0,2	
Fluorida (F^-)	mg/L	1,5	
Belerang sebagai H_2S	mg/L	0,002	
Sianida (CN^-)	mg/L	0,02	
Klorin bebas	mg/L	0,03	Bagi air baku air minum tidak dipersyaratkan
Barium (Ba) terlarut	mg/L	-	
Boron (B) terlarut	mg/L	1,0	
Merkuri (Hg) terlarut	mg/L	0,002	
Arsen (As) terlarut	mg/L	0,05	
Selenium (Se) terlarut	mg/L	0,05	
Besi (Fe) terlarut	mg/L	-	
Kadmium (Cd) terlarut	mg/L	0,01	

Parameter	Satuan	Kelas II	Keterangan
Kobalt (Co) terlarut	mg/L	0,2	
Mangan (Mn) terlarut	mg/L	-	
Nikel (Ni) terlarut	mg/L	0,05	
Seng (Zn) terlarut	mg/L	0,05	
Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	0,02	
Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,03	
Kromium heksavalen (Cr-(VI))	mg/L	0,05	
Minyak dan lemak	mg/L	1	
Deterjen total	mg/L	0,2	
Fenol	mg/L	0,005	
Aldrin/Dieldrin	µg/L	-	
BHC	µg/L	210	
Chlordane	µg/L	-	
DDT	µg/L	2	
Endrin	µg/L	4	
Heptachlor	µg/L	-	
Lindane	µg/L	-	
Methoxychlor	µg/L	-	
Toxapan	µg/L	-	
Fecal Coliform	MPN/100 mL	1.000	
Total Coliform	MPN/100 mL	5.000	
Sampah		Nihil	
Radioaktivitas Gross-A Gross-B	Bq/L	0,1 1	

Pengecekan untuk mengetahui indeks pencemaran pada sungai Gajahwong dengan parameter yang wajib yaitu pH, DO, BOD, COD, TSS, Fosfat, Nitrat, dan Fecal Coliform.

6. Parameter Kualitas Air

a. pH (*Potensial Hidrogen*)

pH merupakan ukuran tingkat asam atau representasi jumlah aktivitas ion hidrogen dalam air. Kenaikan tingkat keasaman dapat dipengaruhi oleh limbah organik dan anorganik yang dibuang ke dalam sungai (Santika, 2024). pH didefinisikan sebagai kolom logaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang larut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara langsung, sehingga penentuan nilainya berdasarkan perhitungan teori. Skala pH bukanlah skala yang mutlak. Skala ini bersifat relatif terhadap sekelompok larutan standar yang nilai pH-nya ditentukan melalui kesepakatan internasional.

b. DO (*Dissolved Oxygen*)

DO merupakan oksigen yang larut dan menjadi indikator utama dalam menilai kualitas suatu perairan (Santika, 2024). Tingkat DO berhubungan erat dengan tingkat pencemaran organik di dalam air. Oksigen terlarut dapat berfungsi sebagai faktor yang membatasi kehidupan di perairan dan juga sebagai indikator adanya pencemaran bahan organik. Nilai DO yang umumnya diukur dalam bentuk konsentrasi ini menunjukkan jumlah oksigen (O_2) yang tersedia dalam suatu tubuh air. Nilai DO yang tinggi pada air menunjukkan bahwa kualitas air tersebut baik. Sebaliknya, jika nilai DO rendah, itu

menandakan adanya pencemaran pada air tersebut. Pengukuran DO juga bertujuan untuk mengetahui seberapa baik badan air dapat mendukung kehidupan biota air seperti ikan dan mikroorganisme. Lebih jauh lagi, jumlah oksigen dalam air juga mempengaruhi kemampuan air dalam mengurangi pencemaran

c. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik terlarut dalam air melalui proses biologis (Ardianingsih, 2025). Parameter ini berfungsi sebagai indikator untuk menilai tingkat pencemaran air akibat bahan organik. Semakin tinggi nilai BOD, semakin besar pada tingkat pencemaran pada air tersebut. Penguraian zat organik merupakan sebuah proses alami yang terjadi ketika suatu badan air terkontaminasi oleh bahan organik. Pada kondisi ini, bakteri akan menggunakan oksigen terlarut dalam air untuk proses dekomposisi, yang dapat mengakibatkan kematian bagi biota air. Akibatnya, keadaan pada badan air tersebut bisa berubah menjadi anaerobik, yang ditandai dengan munculnya bau busuk yang tidak sedap.

d. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah ukuran jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dalam air secara

kimia (Aryana, 2025). Parameter ini berfungsi untuk menilai total kandungan bahan organik dan anorganik dalam air limbah yang dapat dioksidasi. Umumnya, nilai COD lebih tinggi dibandingkan dengan BOD, karena COD mencakup bahan-bahan yang tidak dapat diuraikan secara biologis. Selain itu, COD sering dijadikan indikator cepat untuk mengevaluasi tingkat pencemaran pada air.

e. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS adalah padatan yang dapat menyebabkan kekeruhan pada air. Padatan ini tidak mudah terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, serta terdiri dari partikel-partikel dengan dimensi atau berat yang lebih kecil dibandingkan dengan sedimen. Contoh-contoh TSS meliputi minyak, endapan, tanah liat, bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, serta bahan kimia yang tidak larut (Kusniawati & Budiman, 2020).

f. Total Fosfat

Total Fosfat adalah substansi kimia yang berupa ion fosfat (PO_4^{3-}) yang berfungsi sebagai nutrisi penting dalam lingkungan perairan. Fosfat diperoleh dari sumber alami maupun dari aktivitas manusia seperti limbah rumah tangga, sektor pertanian, dan industri. Adanya senyawa fosfat di dalam air memiliki dampak besar terhadap stabilitas ekosistem di perairan (Listantia, 2020). Kadar fosfat yang tinggi dapat

mengakibatkan eutrofikasi, yaitu pertumbuhan alga yang berlebihan yang mengurangi jumlah oksigen terlarut dalam air, sehingga mengganggu ekosistem organisme akuatik.

g. Nitrat

Nitrat adalah bentuk nitrogen yang telah teroksidasi (NO_3^-) dan berperan sebagai nutrisi yang penting di dalam air. Nitrat terbentuk melalui proses mineralisasi bahan organik serta aktivitas pertanian yang menggunakan pupuk berbasis nitrogen. Nitrat menjadi salah satu indikator kimia yang menggambarkan kualitas air di sungai. Apabila konsentrasi nitrat melebihi batas yang ditentukan, hal ini dapat mengganggu ekosistem perairan dan makhluk hidup di dalamnya (Arnanda, 2023). Tingginya kadar nitrat dapat menyebabkan pencemaran air, yang dapat berpengaruh buruk terhadap kesehatan manusia serta ekosistem perairan, seperti dapat menimbulkan gangguan methemoglobinemia pada bayi dan eutrofikasi di sumber air

h. Fecal Coliform

Fecal Coliform merupakan salah satu jenis bakteri penyebab penyakit yang sering ditemukan dalam air (Kurahman, 2022). Kehadiran bakteri ini menandakan apakah air atau sampel terkontaminasi oleh bakteri patogen atau tidak, yang termasuk kelompok bakteri indikator dari limbah manusia dan hewan.

Apabila ada fecal coliform dalam air sungai, itu menunjukkan adanya pencemaran tinja yang berisiko membawa patogen yang dapat menyebabkan penyakit. Indikator fecal coliform dipakai untuk mengevaluasi tingkat pencemaran mikrobiologis serta kualitas air, khususnya untuk keperluan sanitasi dan kesehatan masyarakat.

7. Indeks Pencemaran (IP)

Indeks Pencemaran (IP) adalah sebuah cara penilaian yang dianjurkan oleh Pemerintah Indonesia sesuai dengan Keputusan Menteri Negara. Perhitungan IP dilakukan untuk menilai seberapa besar pencemaran berkaitan dengan standar kualitas air. Nilai yang diperoleh dari perhitungan indeks pencemaran sangat penting karena menginformasikan tentang kondisi badan air sungai. Metode IP dapat digunakan sebagai rujukan untuk memberikan informasi kepada masyarakat, pemerintah, dan industri terkait agar mereka dapat mengambil langkah dalam mengolah limbah jika hasil yang diperoleh menunjukkan kondisi yang buruk (Az-Zahro, 2024).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomer 27 Tahun 2021 parameter air sungai yang wajib yaitu pH, DO, BOD, COD, TSS, Total Fosfat (T-Phosphat), Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), dan Fecal Coliform (Fecal Coli) (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, 2021).

- a. Cara menentukan status indeks pencemaran apabila baku mutu parameter konsentrasi menurun di nyatakan tingkat penvebaran meningkat. Contohnya yaitu DO, nilai DO yang semakin menurun menunjukan nilai percemaran meningkat.

Rumus perhitungannya:

$$(C_i)baru = \frac{C_{im} - C_{i(hasil\ pengukuran)}}{C_{im} - L_{ij}}$$

Parameter DO merupakan nilai bakumutu berbanding terbalik sehingga rumus yang digunakan $(\frac{L_{ij}}{C_i})$

- b. Cara menentukan status pencemaran apabila nilai baku memiliki rentang seperti pH yaitu dengan rumus

$$C_i \leq (L_{ij})_{rata-rata} \rightarrow \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)baru = \frac{(C_i - (L_{ij})rata-rata)}{((L_{ij})minimum - (L_{ij})rata-rata)}$$

$$C_i > (L_{ij})_{rata-rata} \rightarrow \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)baru = \frac{(C_i - (L_{ij})rata-rata)}{((L_{ij})maksimum - (L_{ij})rata-rata)}$$

- c. Cara menentukan apabila C_i dan L_{ij} berdekatan ataupun berbeda jauh. Nilai $(C_i/L_{ij}) \leq 1$, maka langsung menggunakan nilai dari hasil pengukuran tersebut dan apabila nilai $(C_i/L_{ij}) > 1$ maka menggunakan rumus:

$$\left(\frac{C_i}{L_i}\right)baru = 1,0 + P \log \left(\frac{C_i}{L_i}\right) hasil\ pengukuran$$

d. Cara menentukan Status pencemaran menggunakan rumus

IP_j yaitu:

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)m^2 + \left(\frac{Ci}{L_{ij}}\right)R^2}{2}}$$

Keterangan:

IP_j = Indeks Pencemaran

C_i = Konsentrasi sampel parameter kualitas air

L_{ij} = Konsentrasi parameter baku peuntukan air

$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)m^2$ = Nilai maksimum

$\left(\frac{Ci}{L_{ij}}\right)R^2$ = Nilai rata-rata

Penilaian kualitas air berdasarkan nilai IP sebagai berikut :

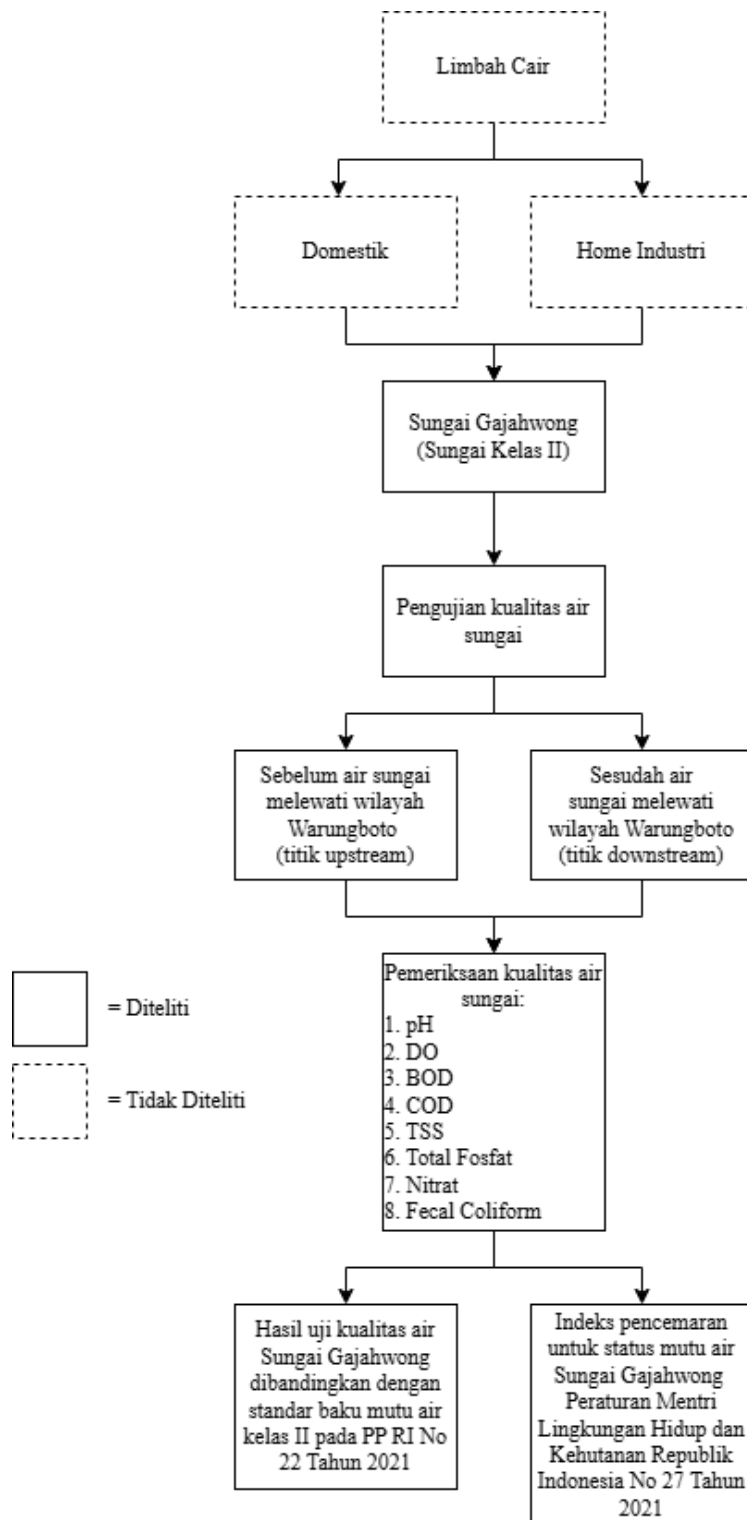
a. Memenuhi baku mutu : $0 \leq IP_j \leq 1,0$

b. Tercemar ringan : $1,0 < IP_j \leq 5,0$

c. Tercemar sedang : $5,0 < IP_j \leq 10,0$

d. Tercemar berat : $IP_j > 10,0$

B. Kerangka Konsep



Gambar 1. Kerangka Konsep

C. Pertanyaan Peneliti

1. Berapa kadar TSS pada air sungai Gajahwong sebelum masuk wilayah Warungboto dan sesudah keluar wilayah Warungboto Umbulharjo Yogyakarta?
2. Berapa hasil pH, DO, BOD, COD, TSS, Fosfat, dan Nitrat pada air sungai Gajahwong sebelum masuk wilayah Warungboto dan sesudah keluar wilayah Warungboto Umbulharjo Yogyakarta?
3. Berapa hasil uji Fecal Coliform pada air sungai Gajahwong sebelum masuk wilayah Warungboto dan sesudah keluar wilayah Warungboto Umbulharjo Yogyakarta?
4. Bagaimana status mutu air sungai Gajahwong sebelum masuk wilayah Warungboto dan sesudah keluar wilayah Warungboto Yogyakarta berdasarkan hasil perhitungan metode Indeks Pencemaran (IP) sesuai parameter yang diuji?