

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

Air sungai merupakan suatu ekosistem perairan yang menjadi tempat hidupnya ikan, udang, makrozoobentos, dan makhluk akuatik lainnya. Makrozoobentos sebagai makhluk hidup yang menetap pada suatu wilayah sungai dalam jangka waktu tertentu dapat dijadikan sebagai bioindikator. Pengukuran keanekaragaman makrozoobentos merupakan tindakan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi ekosistem perairan sungai (Djumanto dkk., 2013). Ekosistem sungai merupakan tempat berlangsungnya kehidupan bagi biota air yang dilandaskan oleh dukungan lingkungan di sekitarnya seperti pemanfaatan wilayah di sekitar sungai, aktivitas manusia di sekitar sungai sehingga keberlangsungan ekosistem sungai berjalan dengan seimbang (Umam dan Wahyuningsih, 2022).

Sungai merupakan ekosistem perairan yang kualitasnya dipengaruhi oleh berbagai faktor antropogenik. Aktivitas manusia dalam aliran air menyebabkan perubahan interaksi dalam ekosistem sungai. Pembuatan tanggul, pengerukan dasar sungai, dan pemanfaatan lahan secara intensif baik untuk kegiatan pertanian, peternakan maupun domestik menjadi beberapa faktor yang berkontribusi terhadap perubahan kualitas air sungai (Chazanah dkk., 2020). Sungai diklasifikasikan kedalam salah satu sumber daya alam utama yang dimanfaatkan oleh masyarakat di Yogyakarta, baik untuk

keperluan rumah tangga, dan proses pemeliharaan ikan air tawar. Sungai dapat dikelompokkan dalam beberapa wilayah, yang meliputi (Prayugo dkk., 2018):

- a. Daerah hulu sungai merupakan wilayah terletak di bagian paling tinggi atau ujung atas aliran sungai. Salah satu keunikan bagian ini terlihat dari kemiringan dasarnya yang curam, menciptakan aliran air yang cepat dan penampang berbentuk V. Tingginya kecepatan aliran air sering kali menyebabkan terjadinya erosi di bagian hulu sungai ini.
- b. Wilayah tengah sungai, sebagai segmen terpanjang dari aliran sungai, sering menjadi pusat aktivitas masyarakat. Wilayah ini juga melintasi sebagian besar kota-kota. Kecepatan aliran di bagian tengah relatif lebih rendah dibandingkan bagian hulu, menyebabkan banyak terjadinya endapan atau sedimentasi.
- c. Muara Sungai, yang merupakan ujung terbawah dari aliran sungai, secara umum berhubungan langsung dengan laut. Keadaan air laut, termasuk perubahan pasang surut, memiliki dampak pada wilayah ini. Kecepatan aliran di bagian hilir cenderung lebih rendah dibandingkan dengan bagian sungai lainnya.

Peran multifungsi sungai sebagai sumber air minum, basis budidaya perikanan, sistem irigasi pertanian yang handal, hingga sumber energi melalui pembangkit listrik sangat mempengaruhi kehidupan setiap biota yang hidup di lingkungan perairan sungai (Imaroatushshoolikhah dkk., 2014). Sungai sebagai jalur aliran terbuka, menerima dan memproses input dari berbagai

sumber mulai dari hulu, tengah, hingga hilir, menciptakan lingkungan yang dinamis dan berkelanjutan (Subejo dkk., 2019).

Manfaat sungai mencakup kemampuannya dalam menampung volume air yang jatuh ke tanah melalui hujan, mengalirkan air ke bagian hilir, berperan sebagai pusat ekosistem karena menjadi tempat interaksi berbagai organisme dan komponen lingkungan yang saling bergantung satu sama lain, dan berfungsi sebagai pengendali banjir. Sungai juga sering dimanfaatkan sebagai sumber penghidupan oleh berbagai lapisan masyarakat, menjadi sarana pendidikan, dan area rekreasi (Sundari, 2014).

Keanekaragaman hayati di dalam sungai memberikan sumber makanan yang penting bagi manusia serta makhluk hidup lainnya, termasuk hewan dan tumbuhan. Berbagai jenis ikan, udang, dan organisme akuatik lainnya menjadi sumber protein bagi masyarakat yang tinggal di sepanjang aliran sungai. Tumbuhan air seperti kangkung dan eceng gondok juga dimanfaatkan sebagai sayuran dan pakan ternak. Manusia bersama dengan ekosistem yang ada, bergantung pada sungai untuk memenuhi kebutuhan hidupnya yang meliputi konsumsi, mandi, cuci, kakus, air untuk industri, dan air minum (Subejo dkk., 2019).

B. Kualitas Air Sungai

Kualitas air sungai dapat dinyatakan secara matematis melalui parameter biologi, fisika, dan kimia seperti keanekaragaman makrozoobentos, suhu, TDS, TSS pH, oksigen terlarut, BOD, Nitrat, dan Fosfat. Perubahan nilai-nilai

parameter ini dapat mempengaruhi kehidupan biota air, terutama makrozoobentos yang memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan pengaruh perubahan lingkungan dalam jangka waktu tertentu. Penurunan kualitas air sungai, misalnya tingginya polutan atau rendahnya oksigen terlarut, akan menurunkan keanekaragaman dan jumlah makrozoobentos. Keberadaan makrozoobentos sendiri sering digunakan sebagai indikator biologis untuk mengukur kualitas air sungai (Cahyaningrum, 2022). Klasifikasi tingkatan kualitas air sungai dan upaya pengelolaan mutu air sungai sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 20 Tahun 2008 dapat diuraikan sebagai berikut:

Table 1. Klasifikasi Kelas Mutu Air Sungai berdasarkan Pergub DIY No. 20 Tahun 2008

Kelas	Kegunaan
1.	Air dimaksudkan untuk digunakan sebagai air minum atau keperluan lain yang memerlukan kualitas air yang setara dengan penggunaan tersebut.
2.	Air dimaksudkan untuk digunakan dalam prasarana atau fasilitas rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan, irigasi pertanian, atau keperluan lain yang menuntut kualitas air yang sebanding dengan tujuan penggunaannya.
3.	Air yang disediakan telah diarahkan untuk memenuhi kebutuhan dalam budidaya ikan air tawar, peternakan, penyiraman tanaman, dan tujuan lain yang menuntut kualitas air sesuai dengan keperluan masing-masing.
4.	Penggunaan air ini dapat melibatkan penyiraman tanaman atau keperluan lain yang mensyaratkan kualitas air serupa dengan tujuan tersebut, sesuai dengan kebutuhan yang ada.

Table 2. Standar Baku Mutu Air Sungai berdasarkan Pergub DIY No. 20 Tahun 2008

No	Parameter Wajib	Unit	Kelas			
			1	2	3	4
A. Parameter Fisika						
1.	Suhu	°C	± 3°C terhadap suhu udara	± 3°C terhadap suhu udara	± 3°C terhadap suhu udara	± 3°C terhadap suhu udara
2.	TDS	mg/L	1000	1000	1000	2000
3.	TSS	mg/L	0	50	400	400
B. Parameter Kimia						
1.	pH	-	6-8,5	6-8,5	6-9	5-9
2.	DO	mg/L	6	4	3	0
3.	BOD	mg/L	2	3	6	12
4.	Nitrat (N)	mg/L	10	10	20	20
5.	Fosfat (P)	mg/L	0,2	0,2	1,0	5

Sumber: Baku Mutu Pergub DIY No. 20 Tahun 2008

Nilai kriteria Indeks Spesies Richness (kekayaan Spesies) menyatakan bahwa jika spesies yang ditemukan $S < 5$ spesies, dianggap memiliki keanekaragaman rendah. Jika spesies yang ditemukan $5 \leq S \leq 10$ spesies, dianggap memiliki keanekaragaman sedang. Jika spesies yang ditemukan $S > 10$ spesies, dianggap memiliki keanekaragaman tinggi (Sudia dkk., 2020). Penentuan Shannon Diversity Index (H') memiliki nilai kriteria jika nilai $H' < 1$ artinya keanekaragaman rendah, Jika nilai $1 \leq H' \leq 3$ artinya keanekaragaman sedang, dan jika nilai $H' > 3$ artinya keanekaragaman tinggi (Nangin dkk., 2015).

Penentuan nilai Simpson Dominance (D) berkisar 0-1, jika indeks dominansi mendekati 0 maka tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas dalam keadaan stabil. Jika indeks dominansi mendekati 1 maka terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau

struktur komunitas labil, hal ini terjadi karena adanya tekanan ekologis. Indeks dominansi digunakan untuk menentukan kualitas perairan yang jumlah jenisnya banyak atau dengan keanekaragaman jenis yang tinggi (Fachrul, 2007). Bentangan nilai Simpson Diversity (1-D) berkisar 0-1, jika indeks Keanekaragaman Simpson mendekati 0 maka menunjukkan keanekaragaman rendah. Jika indeks Keanekaragaman Simpson mendekati 1 maka menunjukkan keanekaragaman tinggi (Fachrul, 2007).

Sungai Tambak Bayan merupakan jenis sungai kelas 2 ketentuan ini telah diatur pada Peraturan Gubernur Daerah istimewa Yogyakarta (DIY) nomor 22 Tahun 2007 tentang penetapan Kelas Air Sungai di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Sungai Tambak Bayan dapat dimanfaatkan sebagai tempat rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, pengairan tanaman, atau tujuan lainnya yang membutuhkan mutu air yang sama. Menurut Hernadi dkk, (2023) yang didasarkan pada pengolahan data sekunder dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) D. I. Yogyakarta 2013-2017 menyatakan bahwa terjadi peningkatan kadar TSS hingga 70 mg/L, konsentrasi nitrat yang bertambah hingga 12 mg/L, konsentrasi nitrit yang meningkat hingga 0,8 mg/L, dan total peningkatan coliform. Data yang ada menunjukkan kondisi Sungai Tambak Bayan mengalami penurunan kualitas air tiap tahunnya.

Konteks pertumbuhan industri dan perkembangan perkotaan yang pesat tentu saja akan berdampak pada keadaan lingkungan seperti lingkungan perairan, pemantauan kualitas air sungai menjadi semakin krusial dalam

menjaga keberlanjutan ekosistem air sungai (Liku dkk., 2022). Berdasarkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai parameter biologi seperti keanekaragaman makrozoobentos, parameter fisika yang meliputi suhu, TDS, dan TSS, serta parameter kimia yang meliputi pH, DO, BOD, Nitrat (N), dan Fosfat (P), diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif tentang kondisi kualitas air sungai, serta berperan dalam pengembangan strategi pemantauan dan pengelolaan yang efektif bagi keberlanjutan lingkungan (Junaidi dan Parmi, 2021).

1. Parameter Biologi

Bioindikator adalah kelompok biotik (makhluk hidup) yang dijadikan sebagai indikator (petunjuk) dan memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan pengaruh perubahan lingkungan dalam jangka waktu tertentu, terutama dalam mengukur kualitas air dan melalui pemantauan kesehatan ekosistem. Makrozoobentos yang terdiri dari berbagai jenis invertebrata akuatik, dapat dikatakan sebagai bioindikator yang efektif untuk kualitas air Sungai Tambak Bayan karena memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan pengaruh perubahan lingkungan terhadap kehidupannya (Saudarah dkk., 2019). Makrozoobentos menunjukkan respon terhadap pencemaran dan variasi fisik-kimia air, sehingga keberadaan atau ketiadaannya dapat memberikan informasi berharga tentang tingkat pencemaran dan kondisi ekologis sungai (Sudia dkk., 2020).

Pendekatan biologis untuk menilai kualitas air yang umum digunakan adalah dengan pengukuran keanekaragaman jenis makrozoobentos, yaitu komunitas organisme yang secara relatif tetap tinggal di dasar perairan dengan mobilitas terbatas (Sudia dkk., 2020). Makrozoobentos dapat berperan sebagai bioindikator yang relevan untuk menduga kualitas air sungai di suatu lokasi. Makrozoobentos yang terdiri dari hewan bentos dengan ukuran diameter $\geq 0,5$ mm, mesofauna atau mesozoobentos yang mencakup hewan bentos berukuran diameter antara 0,5 hingga 0,1 mm (Annisa dkk., 2020). Analisis terhadap keanekaragaman makrozoobentos dapat memberikan petunjuk tentang perubahan kualitas air yang mungkin terjadi di suatu perairan sungai (Pamungkas, 2016).

Makrozoobentos dapat menunjukkan kondisi ekologi tertentu sehingga baik untuk dimanfaatkan sebagai bioindikator perairan sungai (Pelealu dkk., 2018). Jenis makrozoobentos yang kerap ditemukan pada sungai kelas 2 yakni *Brotia testudinaria*, *Tarebia granifera*, *Pomacea canaliculata*, *Corbicula javanica*, dan *Parathelphusa convexa* (Sudia dkk., 2020). Jenis makrozoobentos yang mampu hidup di lingkungan perairan sungai dengan kandungan oksigen terlarut yang rendah berupa makrozoobentos dengan famili Parathelphusidae, Viviparidae, Ampullariidae, dan Thiaridae (Saudarah dkk., 2019).

Kondisi suhu yang optimum untuk kehidupan makrozoobentos yakni 25-28°C. Nilai pH yang normal untuk kehidupan makrozoobentos berada

di angka 7 (Duffy, 2007). Kandungan jumlah kadar nitrat di perairan sungai sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel sedimen hal ini akan berpengaruh pada kandungan bahan organik dalam sedimen (Barus dkk., 2019). Fosfat atau besi memiliki korelasi yang negatif terhadap keberadaan makrozoobentos, kenaikan kadar fosfat menyebabkan perubahan warna air menjadi keruh dan penurunan kadar DO di sungai karena adanya pertumbuhan alga dan fitoplankton yang berlebihan (blooming), sehingga berbanding lurus dengan kondisi makrozoobentos yang ikut menurun (Kurniawan dkk., 2016).

Kondisi substrat berlumpur menunjukkan keadaan sedimen yang tinggi (Pamuji dkk., 2015). Makrozoobentos lebih menyukai sedimen yang didominasi fraksi pasir kasar dan halus. Pasir kasar menawarkan substrat yang ideal untuk menempel dan mencari makan, sedangkan pasir halus menyediakan ruang gerak dan aliran air yang baik. Kandungan bahan organik berupa partikel yang cukup (1-3%) menunjang kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos (Jong dkk., 2015). Berikut klasifikasi makrozoobentos menurut tingkat toleransinya (Wardhana, 2006).

Table 3. Klasifikasi Makrozoobentos Berdasarkan Toleransinya

No	Tingkat Pencemaran	Indikator Makrozoobentos
1.	Tidak tercemar	Sericosmatidae Lepidosmatidae, Glossomatidae.
2.	Tercemar sedang	Gastropoda, Bivalvia, dan Malacostraca
3.	Tercemar berat	Tidak terdapat makrozoobentos

2. Parameter Fisika

a. Suhu

Suhu diartikan sebagai ukuran tingkat panas atau dingin suatu objek, dan alat yang umum digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer (Zuliyanti dkk., 2022). Terjadinya peningkatan suhu bisa menyebabkan air menjadi terbagi secara bertingkat, yang dapat mempengaruhi pergerakan air dan pentingnya distribusi oksigen untuk mencegah terbentuknya lingkungan anaerob di lapisan bawah. Fluktuasi suhu permukaan juga bisa memengaruhi dinamika fisik, kimia, dan biologi di perairan sungai tersebut (Indrawati dkk., 2019). Nilai parameter suhu yang baik pada segmen hulu 27,2°C segmen Tengah 27,5°C dan segmen hilir 28°C (Susanto dkk., 2021).

b. *Total Dissolved Solid* (TDS)

TDS mencakup jumlah padatan yang berasal dari material-material terlarut yang dapat melewati filter dengan ukuran kurang dari 2 μm (Pingki dan Sudarti., 2021). Zat terlarut dalam air sungai dapat menyebabkan adanya perubahan warna, rasa, dan bau serta mengandung zat kimia beracun dan *karsinogenik* (Ridwan dkk., 2018). Tingginya nilai TDS dapat disebabkan oleh adanya limbah seperti limbah tambak ikan, limbah detergen, limbah pupuk kimia di persawahan, dan bahan kimia lain yang dapat mempengaruhi kadar TDS dalam air sungai (Rosarina dan Laksanawati, 2018). Kondisi

kadar TDS yang tinggi (>1000 mg/L) dapat menyebabkan kematian bagi spesies yang kurang toleran, dan spesies yang toleran mendominasi wilayah perairan sungai (Fitrianah dan Fawaid, 2023).

c. *Total Suspended Solid (TSS)*

TSS (*Total Suspended Solids*) merupakan padatan yang terdapat pada larutan namun tidak terlarut dan merujuk pada materi padat seperti pasir, lumpur, tanah, dan logam berat yang terdistribusi dalam jumlah besar di dalam perairan sungai sebagai akibat dari pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke dalam badan air sungai (Rosarina dan Laksanawati, 2018). Kondisi ini dapat berakibat pada tingkat kecerahan air sungai yang rendah sehingga berdampak pada intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam air sungai menjadi semakin rendah dan berdampak pada kadar oksigen dalam air sungai akan semakin berkurang (Sholeh dkk., 2022).

Hasil pengukuran kadar TSS di Sungai Tambak Bayan dari penelitian sebelumnya memiliki nilai tertinggi 70 mg/L, dan memperoleh kadar TSS terendah sebesar 10 mg/L (Hernadi dkk., 2023). Kondisi TSS yang berlebih juga dapat menyebabkan adanya endapan lumpur di dasar sungai sehingga mempengaruhi kejernihan dan pendangkalan pada sungai (Fitrianah dan Fawaid, 2023). Kadar *Total Suspended Solid (TSS)* yang tinggi (>50 mg/L) di lingkungan sungai dapat menghambat proses fotosintesis sehingga berpengaruh

pada merosotnya jumlah DO dilingkungan sungai karena proses fotosintesis tidak mampu memproduksi oksigen yang optimal. Kondisi oksigen terlarut yang rendah dilingkungan sungai, sangat memicu terjadinya kematian pada Biota air sungai, seperti makrozoobentos, ikan, tumbuhan air (Yulianti, 2019).

3. Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Rentang pH berdasarkan baku mutu air sungai kelas II berkisar antara 6 hingga 8,5, dan pH menjadi parameter kritis dalam lingkungan perairan sungai karena memengaruhi sifat asam atau basa di dalam air sungai. Perubahan pH dapat menyebabkan kematian pada biota air sungai, terutama organisme akuatik yang peka terhadap perubahan tersebut. pH memengaruhi toksisitas senyawa kimia, proses biokimiawi, dan metabolisme organisme air sungai. Perubahan pH bisa mengubah cara senyawa kimia berinteraksi dengan lingkungan air sungai serta bagaimana organisme hidup melakukan proses-proses metabolisme (Yulianti, 2019).

Derajat keasaman (pH) memiliki korelasi berbanding terbalik dengan kandungan logam berat di perairan karena pada pH yang lebih rendah (lebih asam), logam berat seperti timbal, merkuri, dan kadium menjadi lebih mudah larut dan bioavailable (tersedia secara biologis), sehingga lebih mudah diserap oleh organisme di air. Sebaliknya, pada

pH yang lebih tinggi (basa), logam-logam ini cenderung mengendap dan menjadi kurang tersedia bagi organisme. Sungai dengan pH tinggi (basa) cenderung mengganggu keseimbangan ekosistem air, terutama dengan mengubah ketersediaan nutrisi dan senyawa kimia di air. Kondisi ini dapat berdampak negatif pada biota air seperti makrozoobentos, yang mungkin mengalami penurunan jumlah dan keanekaragamannya, karena beberapa spesies lebih sensitif terhadap perubahan pH dan dapat terganggu dalam proses respirasi dan reproduksinya. (Asrini dkk., 2017).

b. *Dissolved Oxygen (DO)*

Dissolved Oxygen (DO) atau oksigen terlarut adalah jumlah oksigen yang tersedia dalam air yang diperlukan oleh organisme akuatik untuk melakukan respirasi. Kandungan DO di perairan sungai sangat memengaruhi kehidupan makrozoobentos yang hidup di dasar sungai. DO yang tinggi (>4 mg/L) mendukung proses metabolisme makrozoobentos, membantu mereka bertahan hidup, tumbuh, dan berkembang biak. kandungan DO yang rendah (<4 mg/L) dapat menyebabkan stres fisiologis pada makrozoobentos, menurunkan aktivitasnya, bahkan menyebabkan kematian massal. Penurunan populasi makrozoobentos akibat rendahnya DO dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan sungai dan rantai makanan di dalamnya (Prahutama, 2013).

c. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Biological Oxygen Demand (BOD) merujuk pada kebutuhan oksigen biologis yang diperlukan oleh mikroorganisme, khususnya bakteri dalam memecah bahan organik secara aerobik (Yulianti, 2019). Proses dekomposisi ini melibatkan mikroorganisme yang memperoleh energi melalui oksidasi dan mengonsumsi bahan organik yang terdapat di dalam perairan. Nilai BOD di sungai dengan rentangan 14,06 mg/L-83,75 mg/L diakibatkan oleh adanya bahan limbah domestik yang dibuang ke wilayah aliran sungai yang kemudian dapat meningkatkan kadar BOD. Kondisi BOD yang tinggi (>3 mg/L), yang mencerminkan tingginya kebutuhan oksigen untuk menguraikan bahan organik, sering kali diikuti oleh peningkatan COD, karena zat organik yang melimpah dalam perairan memerlukan lebih banyak oksigen untuk proses dekomposisi kimia. Akibatnya, makrozoobentos di sungai mengalami stres oksigen dan sulit bertahan hidup, yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem dasar sungai secara keseluruhan (Abidin dkk., 2022).

c. Nitrat (NO_3^-)

Nitrat (NO_3^-) merupakan bentuk representasi nitrogen utama yang terdapat pada perairan alami seperti sungai. Nitrat terbentuk dari ammonium yang masuk pada wilayah perairan melalui limbah, pemupukan pertanian, sisa tanaman dan hewan, serta kotoran ternak

dan hewan liar. Zat hara nitrat sebagian besar berasal dari perairan sungai itu sendiri yang dihasilkan penguraian, dekomposisi tumbuhan dan sisa organisme yang mati (Arnanda, 2023).

Kelebihan nitrat di aliran sungai dapat menyebabkan eutrofikasi, di mana pertumbuhan alga yang pesat mengonsumsi oksigen terlarut saat mereka mati dan terurai, mengakibatkan penurunan kadar oksigen. Kondisi ini mengakibatkan berkurangnya populasi makrozoobentos dan timbulnya bau tidak sedap, serta menciptakan lingkungan air yang tidak sehat bagi organisme akuatik seperti makrozoobentos (Sanjaya dkk., 2023). Dampak tidak langsung toksisitas nitrat di perairan sungai muncul bila nitrat memacu pertumbuhan alga yang berlebihan, yang dikenal dengan istilah “*algal bloom*” (Arnanda, 2023).

d. Fosfat (PO_4^{3-})

Pencemaran fosfat (PO_4^{3-}) di sungai menjadi masalah serius karena sebagian besar berasal dari limbah pertanian, usaha tambak ikan, dan limbah rumah tangga. Penumpukan fosfat di sungai dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu pertumbuhan alga yang pesat yang mengurangi kadar oksigen terlarut dan menghalangi masuknya cahaya ke dalam air. Akibatnya, keanekaragaman makrozoobentos terganggu karena kondisi hipoksia dan penurunan habitat yang sesuai bagi organisme benthik, yang pada gilirannya dapat memengaruhi ekosistem perairan secara keseluruhan (Noviarni dkk., 2023). Fosfat dengan

jumlah 100 μ g P/L dapat berpengaruh pada perubahan warna air sungai menjadi keruh dan memacu pertumbuhan ganggang yang berlebihan (eutrofikasi) di sungai, yang menyebabkan penurunan kualitas air dan pengurangan kadar oksigen saat ganggang mati dan terurai. Dampak negatif ini dapat mengganggu keanekaragaman makrozoobentos (Listantia, 2020).

Kandungan fosfat atau besi yang tinggi pada wilayah sungai dapat berpengaruh pada perubahan warna sungai menjadi keruh. Kondisi sungai yang keruh menghambat pertumbuhan makrozoobentos karena makrozoobentos kesulitan dalam memperoleh kadar oksigen yang optimal (Payne, 1996). Jumlah kandungan fosfat yang rendah pada sedimen dapat mengindikasikan bahwa fosfat lebih banyak terikat pada organisme dalam air, mengurangi ketersediaan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan makrozoobentos. Kondisi ini berdampak pada keanekaragaman makrozoobentos yang berpotensi menurun, karena adanya ketergantungan makrozoobentos pada ketersediaan nutrisi dari sedimen untuk bertahan hidup dan berkembang biak akan mengalami keterbatasan sumber daya (Indrayani dkk., 2020).

C. Pencemaran di Sungai

Pencemaran sungai adalah permasalahan serius yang dapat dibagi menjadi tiga kategori utama, di mana kategori pertama mencakup sumber

pencemaran yang menetap, seperti limbah domestik, limbah plastik, pertambangan, dan elemen pencemar lainnya yang berasal dari satu titik tertentu. Kategori ini menyoroti dampak signifikan yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia, yang dapat merusak ekosistem dan kualitas air di sungai (Pingki dan Sudarti, 2021). Kategori yang kedua, sumber pencemar sungai tidak menetap, seperti limbah industri, dan pertanian, yang tersebar di beberapa titik pencemaran atau menyebar secara tidak konstan. Kategori yang terakhir terlihat dengan ada sumber pencemar sungai campuran yang merupakan kombinasi dari titik tetap dan tidak tetap (Sudia dkk., 2020).

Dampak pencemaran air tidak hanya mempengaruhi kesehatan manusia, tetapi juga keseimbangan hewan, tumbuhan, dan organisme lain yang bergantung pada ekosistem perairan sungai. Kualitas air sungai yang menurun dapat mengganggu rantai makanan, mengancam keanekaragaman hayati, dan berpotensi merusak keseimbangan lingkungan secara keseluruhan (Widyasari, 2009).

Berdasarkan data yang dikumpulkan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) DIY 2013-2017 menyatakan bahwa terjadi peningkatan kadar TSS hingga 70 mg/L, konsentrasi nitrat yang bertambah hingga 12 mg/L, konsentrasi nitrit yang meningkat hingga 0,8 mg/L, dan total peningkatan coliform. Data ini menunjukkan kondisi kualitas air Sungai Tambak Bayan mulai menurun. Sungai Tambak Bayan merupakan satu-satunya sungai di Yogyakarta yang mengalami penurunan kualitas air yang didasarkan oleh Indeks Kualitas Air (IKA) (Fathrizky, 2022). Kondisi ini disebabkan oleh

tingginya aktivitas masyarakat di sekitar Sungai Tambak Bayan menghasilkan limbah yang berdampak pada kualitas air sungai. Pembuangan limbah secara langsung ke badan air tanpa melalui proses pengolahan dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Sungai Tambak Bayan tetap dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai aktivitas sehari-hari (Hernadi dkk., 2023).

Klasifikasi pencemaran sungai mencakup beberapa kategori utama yang dapat membantu dalam memahami sumber-sumber pencemaran secara lebih mendalam. Pertama, pencemaran dapat dibedakan berdasarkan sumbernya, yaitu pencemaran titik (*point source*) seperti limbah industri dan domestik, serta pencemaran non-titik (*non-point source*) yang berasal dari limpasan pertanian dan perkotaan. Pencemaran juga dapat dikategorikan berdasarkan jenis zat pencemar, seperti pencemaran kimia, biologis, dan fisik (Kissinger dkk., 2021).

D. Hipotesis

1. Keanekaragaman makrozoobentos tergolong dalam keadaan yang sedang berdasarkan Indeks Species Richness ($5 \leq S \leq 10$), Shannon Diversity Index (H') dengan nilai keanekaragaman $1 \leq H' \leq 3$, dan indeks keanekaragaman Simpson ($1-D$) berada diantara $0,5 \leq (1-D) \leq 0,75$ maka menunjukkan keanekaragaman sedang.
2. Kondisi kualitas air Sungai Tambak Bayan mengalami pencemaran ringan. Kondisi ini dibuktikan oleh adanya kandungan parameter pengukuran yang tidak sesuai dengan rentangan nilai mutu sungai kelas 2. Tidak

memenuhi parameter fisika berupa Suhu, TDS, dan TSS. Kandungan yang tidak memenuhi pengukuran parameter kimia yang meliputi pH, DO, BOD, Nitrat, dan Fosfat.

3. Kondisi parameter fisika dan kimia seperti keadaan suhu, TDS, TSS, pH, BOD, nitrat, dan fosfat memiliki korelasi negatif terhadap keanekaragaman makrozoobentos. Kondisi ini ditandai dengan meningkatnya kondisi suhu, TDS, TSS, pH, BOD, nitrat, dan fosfat berpengaruh terhadap keanekaragaman makrozoobentos yang berada pada kondisi sedang. Kondisi DO memiliki korelasi positif terhadap keanekaragaman makrozoobentos, kondisi ini ditandai dengan semakin tingginya oksigen terlarut berdampak pada meningkatnya keanekaragaman makrozoobentos.