

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Sungai

Sungai adalah sumber air permukaan yang mengalir secara terus menerus dari hulu menuju hilir atau dari tempat tinggi menuju ke tempat yang lebih rendah. Cepat lambatnya aliran air sungai akan berdampak pada ekosistem yang ada di sungai. Sungai dengan kecepatan lebih dari 50 cm/detik akan memiliki dasar sungai yang cenderung keras dan berbatu, sedangkan air sungai dengan kecepatan aliran air di bawah 50 cm/detik cenderung memiliki dasar yang lembut dan berpasir atau berlempung. Air sungai berasal dari berbagai sumber, antara lain curah hujan, mata air, limpasan air tanah, serta sumber alami lainnya.

Menurut (Peraturan Pemerintah RI, 2021), sungai merupakan salah satu badan air yang memiliki fungsi penting dalam mendukung kehidupan manusia dan ekosistem. Sungai dimanfaatkan sebagai sumber air untuk kebutuhan rumah tangga, pertanian, perikanan, dan kegiatan lainnya sesuai dengan peruntukannya. Selain itu, sungai berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan, mendukung keberlangsungan flora dan fauna akuatik, serta sebagai bagian dari sistem pengendalian dan pengelolaan kualitas lingkungan.

Dalam upaya menjaga fungsi dan keberlanjutan sungai, kawasan di sekitar sungai berperan sebagai area perlindungan yang membatasi interaksi langsung antara aktivitas manusia dan badan air. Kawasan ini berfungsi sebagai ruang penyangga yang membantu menjaga stabilitas ekosistem sungai serta mengurangi potensi gangguan akibat aktivitas di daratan.

Selain itu (Peraturan Pemerintah RI, 2021) menegaskan bahwa perlindungan badan air, termasuk sungai dan kawasan di sekitarnya, dilakukan melalui pengendalian pemanfaatan ruang dan kegiatan agar tidak menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan. Ketentuan tersebut bertujuan untuk menjaga fungsi ekologis sungai serta mendukung keberlanjutan pemanfaatannya bagi kepentingan sosial dan ekonomi masyarakat.

2. Kelas Sungai

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada lampiran VI terdapat klasifikasi air sebagai berikut (Peraturan Pemerintah RI, 2021).

- a. Kelas I: Dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- b. Kelas II: Digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi

pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

- c. Kelas III: Digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain Air dengan kualitas baik memiliki karakteristik yang sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh peraturan pemerintah. Di Indonesia, acuan baku mutu air diatur dalam yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut; dan
- d. Kelas IV: Digunakan untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Tabel 2. Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya

No	Parameter	Satuan	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV	Keterangan
1	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara
2	TDS	mg/L	1.000	1.000	1.000	2.000	Tidak berlaku untuk muara
3	TSS	mg/L	40	50	100	400	Tidak berlaku untuk air gambut
4	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	—	—
5	pH	—	6–9	6–9	6–9	6–9	Tidak berlaku untuk air gambut
6	BOD	mg/L	2	3	6	12	—
7	COD	mg/L	10	25	40	80	—
8	DO	mg/L	6	4	3	1	Batas minimal
9	Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/L	300	300	300	400	—
10	Klorida (Cl ⁻)	mg/L	300	300	300	600	—
11	Nitrat (sebagai N)	mg/L	10	10	20	20	—
12	Nitrit (sebagai N)	mg/L	0,06	0,06	0,06	—	—
13	Amoniak (sebagai N)	mg/L	0,1	0,2	0,5	—	—
14	Total Nitrogen	mg/L	15	15	25	—	—
15	Total Fosfat (sebagai P)	mg/L	0,2	0,2	1,0	—	—
16	Fluorida (F ⁻)	mg/L	1	1,5	1,5	—	—
17	Belerang (H ₂ S)	mg/L	0,002	0,002	0,002	—	—

18	Sianida (CN ⁻)	mg/L	0,02	0,02	0,02	–	–
19	Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	–	Tidak dipersyaratkan untuk air baku minum
20	Barium (Ba)	mg/L	1,0	–	–	–	–
21	Boron (B)	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	–
22	Merkuri (Hg)	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	–
23	Arsen (As)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10	–
24	Selenium (Se)	mg/L	0,01	0,05	0,05	–	–
25	Besi (Fe)	mg/L	0,3	–	–	–	–
26	Kadmium (Cd)	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	–
27	Kobalt (Co)	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	–
28	Mangan (Mn)	mg/L	0,1	–	–	–	–
29	Nikel (Ni)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1	–
30	Seng (Zn)	mg/L	0,05	0,05	0,05	2,0	–
31	Tembaga (Cu)	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	–
32	Timbal (Pb)	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5	–
33	Kromium VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	1,0	–
34	Minyak & Lemak	mg/L	1	1	1	10	–
35	Deterjen	mg/L	0,2	0,2	0,2	–	–
36	Fenol	mg/L	0,002	0,005	0,01	0,02	–
37	Aldrin/ Dieldrin	µg/L	–	17	–	–	–
38	BHC	µg/L	210	210	210	–	–
39	Chlordane	µg/L	–	3	–	–	–
40	DDT	µg/L	2	2	2	2	–
41	Endrin	µg/L	–	1	4	4	–
42	Heptachlor	µg/L	–	18	–	–	–
43	Lindane	µg/L	–	56	–	–	–
44	Methoxychlor	µg/L	–	35	–	–	–
45	Toxaphene	µg/L	–	5	–	–	–
46	Fecal Coliform	MPN/100 mL	100	1.000	2.000	2.000	–
47	Total Coliform	MPN/100 mL	1.000	5.000	10.000	10.000	–

Sumber: Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

3. Daya Dukung Sungai

Sungai memiliki daya dukung yang berbeda-beda, yaitu kemampuan alami sungai dalam mempertahankan keberlangsungan kehidupan manusia maupun organisme lainnya. Penilaian daya dukung ini dilakukan dengan membandingkan antara kapasitas sungai dalam menerima beban pencemaran dengan jumlah pencemar yang masuk ke

dalamnya. Daya tampung beban pencemaran merupakan kemampuan sungai untuk menahan atau menerima pencemaran tanpa menyebabkan penurunan kualitas air. Beban pencemaran sendiri terbagi menjadi dua jenis, yaitu beban pencemaran maksimum, yaitu jumlah pencemar yang masih diperbolehkan sesuai peruntukan sungai, dan beban pencemaran aktual, yaitu jumlah pencemar yang nyata masuk ke sungai pada kondisi eksisting (Firmansyah et al., 2021).

Sungai merupakan wadah air alami maupun buatan yang memiliki aliran dari hulu menuju hilir, yang batasannya ditetapkan melalui garis sempadan di sisi kanan dan kiri sebagai bentuk perlindungan kawasan. Sungai memiliki kemampuan alami untuk memperbaiki kualitas airnya dari berbagai pencemar selama beban polutan yang masuk masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan dalam standar kualitas air. Kemampuan alami ini dikenal sebagai *self-purification* atau proses pemurnian diri, yaitu mekanisme sungai dalam menguraikan bahan organik, nutrien, serta kontaminan lain melalui aktivitas biologis yang berlangsung di dalam ekosistem perairan.

Proses pemurnian diri pada sungai terutama bekerja melalui aktivitas biologis organisme perairan, di mana senyawa organik mengalami proses oksidasi oleh mikroorganisme aerobik. Oleh sebab itu, kapasitas pemurnian diri sangat dipengaruhi oleh keberadaan organisme akuatik serta karakteristik aliran sungai. Studi mengenai kemampuan *self-purification* penting dilakukan untuk memahami

sejauh mana sungai mampu menetralkan polutan yang masuk ke dalam badan air.

Self-purification terjadi ketika limbah organik yang terurai masuk ke aliran sungai dan selanjutnya mengalami reaksi fisik, kimia, dan biologis yang secara bertahap menurunkan konsentrasi pencemar tersebut. Melalui mekanisme ini, sungai mampu mengurangi beban polutan organik sepanjang alirannya.

Sungai dengan kemampuan pemurnian diri yang baik akan menunjukkan perubahan kualitas air secara berkesinambungan dari hulu ke hilir. Salah satu indikator utama dalam menilai efektivitas proses ini adalah kadar oksigen terlarut (DO), karena keberadaannya sangat menentukan proses penguraian bahan organik dan dampaknya terhadap ekosistem perairan.

4. Pencemaran Air Sungai

Pencemaran air merupakan kondisi masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam badan air hingga melampaui baku mutu yang telah ditetapkan (Peraturan Pemerintah RI, 2021). Salah satu bentuk pencemaran yang paling sering terjadi adalah pencemaran pada air sungai. Sumber pencemaran air dibagi menjadi 2 (dua), yaitu sumber langsung (*point source*) yang berasal dari titik tertentu yang ada di sepanjang badan air penerima dengan sumber lokasi yang jelas. Titik lokasi pencemaran terutamanya berasal dari pipa pembuangan limbah industri yang tidak mengolah

limbahnya maupun pembuangan hasil pengolahan limbah di IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang masuk ke badan air penerima dan sumber tidak tetap (*non-point source*) yang berasal dari kegiatan pertanian, peternakan, industri kecil/menengah, dan domestik yang berupapenggunaan barang konsumsi (Irsanda, 2014).

Pencemaran air dapat berupa kontaminasi fisik, kimia serta biologis. Jika konsentrasi pencemar melebihi baku mutu yang ditetapkan, kondisi tersebut dapat menimbulkan gangguan terhadap organisme akuatik dan berdampak buruk bagi kesehatan manusia ketika air digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Salah satu sumber *non-point source* yang berkontribusi terhadap penurunan kualitas air sungai adalah kegiatan budidaya ikan, terutama apabila dilakukan secara intensif tanpa pengelolaan limbah yang memadai (Riyandini, 2020).

Budidaya ikan menghasilkan limbah berupa sisa pakan, feses, serta produk metabolisme ikan yang meningkatkan kadar bahan organik di perairan. Akumulasi bahan organik ini berdampak pada meningkatnya nilai BOD dan COD sehingga menurunkan kadar oksigen terlarut (DO) yang sangat penting bagi kehidupan biota perairan. Selain itu, kegiatan budidaya juga meningkatkan nutrisi seperti amonia, nitrit, nitrat, dan fosfat yang dapat memicu eutrofikasi, pertumbuhan alga berlebih, serta perubahan struktur ekosistem sungai (Nurrasyida et al., 2024). Aktivitas pemeliharaan ikan turut meningkatkan kekeruhan dan TSS yang mengganggu penetrasi cahaya dan proses fotosintesis organisme

perairan. Secara keseluruhan, limbah budidaya ikan yang tidak terkendali dapat mempercepat penurunan kualitas sungai dan mengganggu keberlanjutan fungsi ekologisnya.

5. Status Mutu Air Sungai

Berdasarkan (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2001) Mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan kriteria dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan. Indeks Pencemaran (IP) merupakan komponen dalam perhitungan Indeks Kualitas Air (IKA). IP digunakan untuk menggambarkan tingkat pencemaran dengan membandingkan nilai parameter kualitas air terhadap baku mutu yang berlaku (Kementrian Lingkungan Hidup RI, 2021). Nilai IP yang diperoleh berfungsi untuk menentukan status mutu air, yaitu tingkat kualitas air yang menunjukkan apakah suatu badan air berada pada kondisi baik atau tercemar dalam periode tertentu (Parikesit, 2025). Penilaian status mutu air dapat dilakukan menggunakan Metode STORET maupun Metode Indeks Pencemaran (Menteri Lingkungan Hidup, 2003).

Parameter kualitas air sungai yang digunakan untuk perhitungan IP sebagai berikut:

a. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) adalah salah satu indikator utama dalam menilai kualitas air sungai karena berkaitan langsung dengan kemampuan air untuk mendukung kehidupan berbagai organisme akuatik. DO diartikan sebagai jumlah oksigen bebas yang terlarut dalam air, yang dapat digunakan oleh organisme air dalam proses respirasi, seperti ikan, *makrozoobentos*, dan mikroorganisme aerob. Tingkat DO dalam perairan alami dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk suhu air, kecepatan serta turbulensi aliran, fotosintesis tanaman air dan fitoplankton, serta tingkat pencemaran organik yang masuk ke dalam badan air (Sofiana et al., 2022).

Adanya DO sangat berkaitan dengan jumlah pencemar organik. Ketika bahan organik masuk ke sungai, aktivitas mikroorganisme aerob dalam proses dekomposisi akan meningkat, yang pada gilirannya mengonsumsi oksigen terlarut dalam jumlah yang cukup besar. Oleh karena itu, DO sering dijadikan sebagai indikator batas dalam penilaian kualitas air dan merupakan parameter penting dalam perhitungan Indeks Pencemaran. Penurunan signifikan kadar DO sering kali menandakan adanya pencemaran organik dari limbah rumah tangga, peternakan, atau industri.

Jika kadar DO berada di bawah standar kualitas, maka hal ini menunjukkan adanya pencemaran organik yang cukup serius. Dalam kondisi seperti ini, organisme akuatik akan kesulitan mendapatkan oksigen untuk bernapas, yang dapat menyebabkan stres fisiologis, menurunnya aktivitas metabolisme, terhambatnya pertumbuhan dan reproduksi, bahkan dapat menyebabkan kematian massal pada ikan dan biota sensitif lainnya. Penelitian menunjukkan bahwa kadar DO di bawah 5 mg/L mulai berdampak negatif pada kehidupan akuatik, sedangkan pada kadar di bawah 3 mg/L dapat menyebabkan hipoksia, yang berpotensi mengakibatkan kematian organisme air secara luas (Thomson Napitupulu & Sedo Putra, 2024). Selain itu, rendahnya DO juga dapat merubah struktur komunitas biota perairan, di mana spesies yang toleran terhadap kondisi oksigen rendah akan mendominasi, sehingga berpengaruh negatif pada kualitas ekosistem sungai secara keseluruhan.

Langkah-langkah untuk mengatasi kekurangan DO lebih difokuskan pada pengendalian sumber pencemaran organik. Pengolahan limbah rumah tangga dan industri sebelum dibuang ke dalam badan air merupakan langkah utama untuk mengurangi beban bahan organik. Selain itu, memperkecil limpasan nutrisi dari aktivitas pertanian, meningkatkan sistem sanitasi, serta melakukan restorasi daerah aliran sungai (DAS) melalui pelestarian vegetasi riparian dan peningkatan aerasi alami sungai dapat berkontribusi

untuk meningkatkan kadar DO secara berkelanjutan (Yulintin & Pratama, 2025).

Di sisi lain, kadar DO yang memenuhi atau melebihi standar kualitas menunjukkan kondisi perairan yang relatif baik dengan sedikit pencemaran organik. Kondisi ini biasanya ditemukan di sungai dengan aliran yang kuat, suhu yang cukup rendah, dan sedikit masukan limbah. Kadar DO yang tinggi mendukung stabilitas ekosistem perairan, meningkatkan keragaman biota, serta menguatkan kemampuan pemurnian alami (*self-purification*) sungai. Namun, kadar DO yang terlalu tinggi atau kondisi supersaturasi oksigen juga dapat membawa dampak buruk. Supersaturasi oksigen dapat memicu penyakit gelembung gas (*gas bubble disease*) pada ikan, yang ditandai dengan terbentuknya gelembung gas di dalam jaringan tubuh yang dapat mengganggu sistem sirkulasi darah dan pernapasan.

Penanganan kelebihan DO biasanya bersifat pencegahan dan dilakukan dengan memelihara keseimbangan ekosistem air. Untuk mengontrol pertumbuhan fitoplankton, langkah-langkah seperti mengurangi pasokan nutrisi, mengatur aliran air secara konsisten, serta mengelola aerasi dalam sistem perairan buatan seperti kolam dan waduk dapat membantu mencegah perubahan ekstrem pada DO. Dengan pengelolaan yang efektif, kadar DO dapat tetap berada

dalam rentang optimal, sehingga mendukung kelangsungan hidup organisme air tanpa menyebabkan efek yang merugikan.

b. Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) atau kebutuhan oksigen biologis merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam kondisi aerob. Dalam proses ini, mikroorganisme memperoleh energi melalui oksidasi dan memanfaatkan bahan organik yang terdapat di perairan (Azizid Daroini & Apri, 2020). Oleh karena itu, BOD merupakan indikator yang penting untuk menilai tingkat pencemaran organik di suatu badan air, khususnya pada sungai dan sumber air permukaan.

Nilai BOD tidak mengindikasikan jumlah bahan organik secara langsung, melainkan menunjukkan seberapa besar kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk proses biodegradasi bahan organik tersebut. Makin tinggi nilai BOD, makin besar beban pencemar organik yang harus diolah oleh mikroorganisme (Sofiana et al., 2022). Konsentrasi BOD dalam air dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kadar oksigen terlarut (DO), suhu air, pH, salinitas, kecerahan, serta kondisi fisik dan kimia dari air itu sendiri (Azizid Daroini & Apri, 2020).

Apabila nilai BOD melebihi standar, hal ini menandakan tingginya jumlah bahan organik dalam air. Hal ini biasanya

disebabkan oleh masuknya limbah rumah tangga, air limbah domestik, limbah dari industri makanan, serta kotoran dari manusia dan hewan. Beban bahan organik yang tinggi akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme aerob yang memerlukan oksigen dalam jumlah besar untuk proses pencernaan. Akibatnya, penggunaan oksigen terlarut akan meningkat dan menyebabkan pengurangan konsentrasi DO dalam air. Penurunan DO yang signifikan dapat menyebabkan hipoksia atau bahkan anoksia, yang dapat memberikan dampak negatif pada organisme air. Beberapa dampak ekologisnya meliputi stres fisiologis pada ikan, penurunan dalam laju pertumbuhan dan reproduksi, berkurangnya keragaman hayati, kematian massal biota air, serta terganggunya keseimbangan ekosistem sungai (Nurbaya et al., 2024).

Upaya untuk mengurangi nilai BOD yang tinggi ditujukan pada pengendalian sumber-sumber pencemar organik. Pengolahan limbah domestik dan industri sebelum dibuang ke badan air adalah langkah utama untuk mengurangi beban bahan organik. Selain itu, perbaikan sistem sanitasi, pengelolaan limbah peternakan, serta pengawasan pembuangan limbah cair ke sungai sangatlah penting. Langkah-langkah restorasi sungai, seperti peningkatan aerasi alami melalui perbaikan aliran dan perlindungan vegetasi riparian, juga dapat membantu mempercepat pemulihan kualitas air dengan menurunkan nilai BOD secara bertahap.

Sebaliknya, nilai BOD yang berada di bawah standar menunjukkan bahwa beban pencemar organik dalam air relatif rendah dan masih dapat diterima oleh ekosistem. Kondisi ini memungkinkan konsentrasi DO tetap stabil karena kebutuhan oksigen untuk mencerna bahan organik tidak terlalu tinggi. Air dengan nilai BOD yang rendah umumnya menunjukkan kualitas yang baik, mendukung kehidupan organisme akuatik, serta menunjukkan bahwa sungai tetap memiliki kemampuan pemurnian alami (*self-purification*) yang baik.

Namun, nilai BOD yang sangat rendah juga dapat menunjukkan kurangnya bahan organik yang tersedia untuk mikroorganisme, sehingga aktivitas biologis dalam air menjadi rendah. Meskipun kondisi ini umumnya tidak memberikan dampak negatif langsung terhadap kualitas air, namun dapat mencerminkan perairan yang kekurangan nutrisi. Oleh karena itu, menjaga keseimbangan nilai BOD dalam rentang yang sesuai dengan standar sangat penting untuk memastikan stabilitas ekosistem akuatik dan keberlanjutan fungsi ekologis sungai.

c. Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah indikator kualitas air yang menunjukkan seberapa banyak oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi baik senyawa organik maupun anorganik dalam air secara kimia dengan menggunakan oksidator yang kuat. Berbeda

dengan BOD yang hanya mencerminkan kebutuhan oksigen untuk mengurai bahan organik secara biologis (Sofiana et al., 2022). COD menggambarkan total beban pencemar di badan air, termasuk senyawa yang sulit terdegradasi secara biologis dan bersifat persisten. Karena itu, COD sering dijadikan sebagai indikator yang menyeluruh untuk menilai tingkat pencemaran di suatu badan air, terutama pada sungai yang menerima beragam limbah.

Di dalam sungai, tingginya nilai COD menandakan adanya pengumpulan senyawa pencemar yang disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti limbah industri, limbah rumah tangga, residu pestisida, pupuk dari pertanian, serta bahan kimia lain. Ketika nilai COD melebihi standar yang ditetapkan, ini menunjukkan bahwa air tersebut mengandung senyawa yang membutuhkan oksigen dalam jumlah besar untuk proses oksidasi. Kenaikan kebutuhan oksigen dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut (DO) di air, sehingga dapat mengganggu proses pernapasan organisme akuatik. Dampak dari tingginya COD meliputi stres fisiologis pada kehidupan air, penurunan keanekaragaman spesies, gangguan pada rantai makanan, dan kerusakan keseimbangan sistem ekosistem sungai secara keseluruhan (Thomson Napitupulu & Sedo Putra, 2024).

Tingginya nilai COD sering kali dihubungkan dengan penurunan kualitas estetika air, seperti perubahan warna dan bau,

serta meningkatnya toksisitas lingkungan akibat akumulasi senyawa kimia tertentu. Jika kondisi ini berlangsung lama, kemampuan sungai untuk pulih secara alami dapat menurun dengan signifikan, memperburuk tingkat pencemaran yang ada.

Langkah-langkah untuk mengatasi tingginya nilai COD lebih fokus pada pengendalian dan pengurangan sumber pencemar kimia. Pengolahan limbah industri sebelum dibuang ke badan air adalah langkah awal yang penting, terutama dengan penerapan teknologi pengolahan fisika-kimia dan kimia-biologis yang dapat mengurangi konsentrasi senyawa organik dan anorganik. Selain itu, pengawasan terhadap penggunaan pestisida dan pupuk dalam sektor pertanian, peningkatan sistem pengelolaan limbah rumah tangga, serta penerapan prinsip produksi bersih juga sangat penting untuk menekan peningkatan nilai COD di sungai. Restorasi sungai dan pelestarian daerah aliran sungai juga memainkan peran krusial dalam mempertahankan kualitas air tersebut.

Sebaliknya, nilai COD yang berada di bawah standar menunjukkan bahwa beban pencemar kimia di air relatif rendah dan masih dalam batas yang dapat ditoleransi oleh ekosistem. Keadaan ini menggambarkan kualitas air yang baik, di mana konsentrasi senyawa pencemar organik dan anorganik tidak terlalu tinggi sehingga kebutuhan oksigen untuk proses oksidasi tetap terjaga. Di

perairan dengan nilai COD rendah, kadar DO cenderung lebih stabil dan dapat mendukung kehidupan organisme akuatik secara optimal.

Hubungan antara COD dan DO bersifat saling memengaruhi. Konsentrasi DO yang tinggi dan kualitas air yang baik dapat mendukung proses oksidasi alami serta mencairkan pencemar, sehingga nilai COD cenderung lebih rendah. Ini menunjukkan bahwa pengelolaan kualitas air yang efektif, terutama dalam menjaga ketersediaan oksigen terlarut, sangat penting untuk menekan nilai COD dan mempertahankan keseimbangan ekosistem perairan (Novianta et al., 2024).

d. Padatan Tersuspensi Total (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) atau padatan yang terlarut dalam air terdiri dari partikel padat dengan ukuran lebih besar dari 1 μm yang terperangkap pada saringan milipore berkecepatan pori 0,45 μm . Unsur-unsur TSS mencakup lumpur, pasir halus, partikel organik, dan mikroorganisme yang mengambang di dalam air. TSS yang ada di lingkungan perairan umumnya berasal dari erosi tanah, limpasan permukaan, kegiatan pertanian, pembangunan di wilayah daerah aliran sungai (DAS), serta resuspensi sedimen dasar akibat arus yang kuat (Jiyah., Sudarsono, B., Sukmono, 2017).

Sebaran serta kadar TSS di dalam air sangat dipengaruhi oleh faktor fisik, seperti pola pergerakan air, kecepatan arus, penyelesaian melalui gravitasi, dan proses penumpukan dan

pemindahan sedimen (Adinur et al., 2024). Faktor lingkungan lain, termasuk karakteristik hidrodinamika dan curah hujan, juga memiliki peranan penting. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan aliran sungai yang membawa lebih banyak material tersuspensi dari daratan menuju ke badan air, sehingga dapat meningkatkan konsentrasi TSS secara signifikan (Galuh et al., 2019).

Tingginya kadar TSS memiliki efek buruk bagi ekosistem perairan. Kenaikan TSS dapat mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air, yang berakibat pada terhambatnya fotosintesis fitoplankton dan tanaman air. Penurunan aktivitas fotosintesis ini berimbas pada berkurangnya pasokan oksigen terlarut (DO) yang diperlukan oleh makhluk akuatik. Selanjutnya, partikel TSS dapat menutupi insang ikan serta permukaan substrat dasar, sehingga mengganggu proses pernapasan dan habitat makhluk hidup di perairan (Adinur et al., 2024). TSS juga dapat berfungsi sebagai pembawa logam berat dan senyawa berbahaya lainnya yang bersifat toksik, yang dapat merusak sistem enzim dan metabolisme organisme air saat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup tersebut (Mardiana, N. A., & Windari, 2024).

Langkah-langkah untuk mengatasi tingginya TSS berfokus pada pengendalian sumber sedimen dan limpasan permukaan. Pengelolaan DAS yang terpadu melalui konservasi tanah dan air,

penanaman tanaman penutup lahan, pembuatan teras, serta pengendalian erosi di daerah hulu merupakan tindakan penting untuk mengurangi masuknya partikel tersuspensi ke dalam badan air. Selain itu, pengendalian aktivitas konstruksi di sekitar sungai serta manajemen limbah yang baik juga dapat membantu menekan konsentrasi TSS.

Di sisi lain, kadar TSS yang terlalu rendah biasanya mencerminkan kondisi perairan yang jelas dan stabil. Keadaan ini mendukung penetrasi cahaya yang optimal, sehingga fotosintesis dapat berlangsung dengan efektif dan kadar oksigen terlarut tetap stabil. Namun demikian, kadar TSS yang sangat rendah juga dapat menunjukkan rendahnya jumlah partikel organik yang terlarut yang berfungsi sebagai pakan bagi beberapa organisme, meskipun pengaruhnya relatif kecil jika dibandingkan dengan kondisi TSS yang terlalu tinggi. Oleh karena itu, menjaga keseimbangan kadar TSS sangat penting untuk mempertahankan stabilitas ekosistem perairan.

e. Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$)

Nitrat adalah bentuk nitrogen anorganik yang paling teroksidasi dan cukup stabil di lingkungan perairan. Dalam ekosistem air, nitrat berfungsi sebagai makronutrien utama yang mengatur produktivitas primer, terutama di zona eufotik tempat terjadinya fotosintesis. Konsentrasi nitrat dalam air sangat dipengaruhi oleh masuknya

nutrien dari sungai dan badan air di sekitarnya, serta aktivitas manusia seperti limbah rumah tangga, limpasan dari pertanian, penggunaan pupuk nitrogen, dan kotoran hewan serta manusia (Reza et al., 2023).

Kadar nitrat yang tinggi dalam perairan dapat mempercepat proses eutrofikasi, yaitu peningkatan kesuburan perairan yang berlebihan yang ditandai dengan pertumbuhan pesat fitoplankton dan tumbuhan air. Kondisi eutrofik ini dapat menyebabkan variasi kadar oksigen terlarut, di mana DO meningkat pada siang hari akibat fotosintesis, tetapi menurun dengan drastis pada malam hari karena respirasi dan proses dekomposisi biomassa. Penurunan DO ini dapat menyebabkan stres fisiologis pada organisme akuatik, penurunan populasi ikan, munculnya bau tak sedap, serta penurunan kualitas air secara keseluruhan.

Untuk mengatasi tingginya kadar nitrat, fokus utamanya adalah mengendalikan sumber nutrien dari daratan. Pengelolaan limbah rumah tangga yang baik, pengurangan penggunaan pupuk nitrogen yang berlebihan, penerapan praktik pertanian yang ramah lingkungan, serta pengelolaan limbah peternakan yang baik adalah langkah-langkah penting untuk menekan masuknya nitrat ke dalam badan air. Selain itu, penerapan zona penyangga vegetasi di sepanjang sungai dan penggunaan fitoremediasi dengan tanaman air

tertentu dapat membantu menyerap nitrat dan mengurangi konsentrasinya di perairan (Karlina et al., 2022).

Sebaliknya, kadar nitrat yang terlalu rendah dapat menghambat produktivitas primer perairan. Kekurangan nitrat akan mengganggu pertumbuhan fitoplankton dan tumbuhan air, sehingga mengurangi ketersediaan energi dalam rantai makanan akuatik. Situasi ini dapat berujung pada rendahnya kesuburan perairan dan menurunnya populasi organisme tingkat trofik yang lebih tinggi. Oleh karena itu, penting untuk menjaga konsentrasi nitrat dalam kisaran yang optimal agar fungsi ekologi perairan tetap terjaga dan keseimbangan ekosistem sungai dapat dipertahankan.

f. Amonia

Amonia ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) adalah salah satu indeks kimia yang sangat penting untuk menilai kualitas air karena berhubungan langsung dengan pencemaran bahan organik dan memiliki sifat berbahaya bagi makhluk hidup di air. Kehadiran amonia di perairan biasanya berasal dari proses dekomposisi bahan organik, seperti limbah rumah tangga, urin dan kotoran manusia ataupun hewan, air limbah domestik, serta sisa pakan dan hasil metabolisme ikan dalam kegiatan budidaya perikanan (Wahyuningsih & Mei Gitarama, 2020). Oleh karena itu, kadar amonia di badan air dapat menunjukkan tingkat aktivitas biologis serta seberapa besar beban pencemar organik yang ada di perairan.

Dalam lingkungan perairan, amonia hadir dalam dua bentuk utama, yaitu amonia yang tidak terionisasi (NH_3) dan ion amonium (NH_4^+). Amonia yang tidak terionisasi (NH_3) sangat beracun bagi organisme akuatik, sementara ion amonium (NH_4^+) cenderung lebih stabil dan kurang berbahaya. Proporsi kedua bentuk tersebut sangat dipengaruhi oleh pH dan suhu air. Kenaikan pH dan suhu akan meningkatkan fraksi amonia yang tidak terionisasi (NH_3), sehingga meningkatkan potensi toksisitas terhadap makhluk hidup di perairan.

Amonia merupakan indikator yang vital dalam pemantauan kualitas air karena dampak yang cukup signifikan terhadap organisme akuatik. Berdasarkan (Peraturan Pemerintah RI, 2021) mengenai Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI, standar mutu air sungai kelas II untuk parameter amoniak (dalam bentuk N) ditetapkan dengan ambang maksimum 0,2 mg/L. Kadar amonia yang melebihi standar tersebut menunjukkan adanya pencemaran organik yang cukup serius, yang biasanya berasal dari limbah rumah tangga, limbah peternakan, dan praktik budidaya perikanan yang tidak terkelola dengan baik.

Tingginya konsentrasi amonia, terutama dalam bentuk NH_3 , dapat mengakibatkan berbagai dampak negatif bagi sistem ekosistem perairan. Amonia yang tidak terionisasi bisa merusak insang ikan, mengganggu proses pernapasan, dan menyebabkan

stres fisiologis yang ditandai dengan turunnya nafsu makan dan daya tahan tubuh makhluk hidup di air. Pada konsentrasi yang tinggi dan dengan paparan yang berkepanjangan, amonia dapat mengakibatkan kematian ikan dan organisme invertebrata air serta memengaruhi struktur komunitas biota perairan. Selain itu, kadar amonia yang tinggi juga dapat menghambat proses nitrifikasi dan menurunkan kualitas air secara keseluruhan, yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem sungai (Wahyuningsih & Mei Gitarama, 2020).

Upaya untuk mengendalikan kadar amonia di perairan pada dasarnya diarahkan pada pengendalian sumber pencemar organik. Pengolahan limbah rumah tangga dan limbah peternakan sebelum dibuang ke badan air merupakan langkah utama untuk mengurangi masuknya nitrogen dalam bentuk amonia. Selain itu, pengelolaan sanitasi yang baik, pengurangan limbah dari kegiatan budidaya perikanan, dan peningkatan aerasi perairan dapat mempercepat proses nitrifikasi, yaitu konversi amonia menjadi nitrit dan nitrat yang lebih aman. Pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) secara terpadu juga memiliki peranan penting dalam mengurangi akumulasi amonia di perairan (Hafifah & Efendi, 2025).

Sebaliknya, kadar amonia yang lebih rendah dari standar menunjukkan bahwa proses nitrifikasi berjalan dengan baik dan penambahan bahan organik ke dalam air masih dalam batas wajar.

Keadaan ini menggambarkan kualitas air yang cukup stabil dan mendukung kelangsungan hidup berbagai organisme akuatik. Dalam jumlah sedikit, amonia merupakan bagian dari siklus nitrogen alami di perairan dan tidak memberikan efek negatif pada ekosistem. Oleh sebab itu, pengendalian tingkat amonia sesuai dengan standar yang ditetapkan menjadi hal penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan fungsi ekologis sungai.

g. Total Fosfat (T-Phospat)

Fosfat adalah senyawa kimia yang berada dalam bentuk ion fosfor anorganik dan memainkan peran krusial dalam ekosistem perairan, tetapi dapat mengurangi kualitas air serta membahayakan makhluk hidup akuatik jika jumlahnya berlebihan (Nurrasyida et al., 2024). Dalam lingkungan perairan, fosfat biasanya ditemukan dalam tiga bentuk utama: ortofosfat, polifosfat, dan fosfat organik. Ortofosfat adalah jenis fosfor yang paling mudah digunakan oleh organisme perairan dan banyak bersumber dari kegiatan pertanian, khususnya penggunaan pupuk fosfat yang terbawa ke dalam badan air akibat pengaliran atau limpasan air hujan. Polifosfat umumnya berasal dari limbah rumah tangga dan industri yang menggunakan deterjen berbahan dasar fosfat, seperti industri pencucian dan pengolahan logam. Di sisi lain, fosfat organik dihasilkan melalui proses biologis ketika bakteri dan flora mengonsumsi ortofosfat

untuk pertumbuhan dan metabolisme, kemudian terakumulasi dalam jaringan organisme (Listantia, 2020).

Ketiga bentuk fosfat ini dapat ditemukan dalam keadaan terlarut, melayang, atau terikat dalam sel-sel organisme yang mendiami perairan. Variasi dalam bentuk dan konsentrasi fosfat dipengaruhi oleh aliran fosfor dari luar sistem perairan, proses biogeokimia, serta aktivitas manusia di sekitar sungai. Fosfat dalam jumlah tertentu sangat penting bagi semua organisme akuatik karena fosfor merupakan elemen vital dalam pembentukan energi (ATP), asam nukleat, dan membran sel.

Kadar fosfat yang terlampau rendah dapat menghambat produktivitas primer di perairan. Di perairan alami dengan konsentrasi fosfat yang sangat rendah, misalnya kurang dari 0,01 mg P/L, pertumbuhan fitoplankton dan tumbuhan perairan dapat terhenti, sehingga perairan tersebut cenderung bersifat oligotrof. Keadaan ini akan menyebabkan rendahnya produktivitas biologis dan terbatasnya sumber energi bagi rantai makanan akuatik. Meskipun oligotrof umumnya tidak menyebabkan pencemaran, keseimbangan ekosistem dapat terganggu jika kadar fosfat terlalu rendah dalam jangka waktu yang lama, yang mengakibatkan berkurangnya sumber makanan bagi organisme pada tingkat trofik yang lebih tinggi.

Di sisi lain, kadar fosfat yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan masif fitoplankton, alga, dan tumbuhan air, dikenal sebagai kondisi eutrofik. Eutrofikasi menghasilkan peningkatan besar dalam biomassa alga yang seiring waktu akan terurai dan mengambil oksigen terlarut dalam jumlah besar. Proses tersebut dapat mengurangi kadar oksigen terlarut (DO), terutama pada malam hari atau saat biomassa alga mati dan terdekomposisi. Penurunan DO dapat menimbulkan stres fisiologis pada makhluk hidup akuatik, mengurangi populasi ikan, menciptakan bau tidak sedap, serta merusak kualitas air secara keseluruhan, sehingga mengancam keberlanjutan ekosistem sungai (Trinanda Putra et al., 2025).

Untuk mengatasi tingginya kadar fosfat berfokus pada pengendalian sumber fosfor dari daratan. Mengurangi penggunaan pupuk fosfat yang berlebihan, menerapkan praktik pertanian yang ramah lingkungan, mengolah limbah rumah tangga dan industri yang mengandung fosfat sebelum dibuang ke badan air, dan menggunakan deterjen rendah fosfat adalah langkah-langkah penting untuk mengurangi peningkatan konsentrasi fosfat di perairan. Di samping itu, penerapan zona penyangga vegetasi di sepanjang sungai dan penggunaan metode fitoremediasi dengan tanaman air tertentu dapat membantu menyerap fosfat dan meminimalisir dampak eutrofikasi.

Dengan demikian, menjaga keseimbangan kadar fosfat dalam rentang yang tepat sangat penting untuk memelihara stabilitas ekosistem perairan. Fosfat dalam jumlah yang memadai mendukung produktivitas primer, namun jika jumlahnya terlalu tinggi atau rendah dapat mengganggu fungsi ekologi perairan dan menurunkan kualitas air sungai.

h. Fecal Coliform (Fecal Coli)

Coliform adalah sekelompok bakteri yang sering digunakan untuk menilai kualitas lingkungan, terutama kualitas air, karena dapat menunjukkan potensi pencemaran akibat limbah dari manusia atau hewan. Bakteri coliform termasuk dalam kategori gram negatif, tidak memiliki spora, dan dapat menghasilkan gas serta asam dari proses fermentasi laktosa pada suhu 35–37°C. *Coliform* terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu *coliform* fekal, seperti *Escherichia coli* (*E. coli*), dan *coliform* non-fekal, seperti *Enterobacter aerogenes* (Wulandari & El Sherra, 2024).

Fecal Coliform adalah subgrup dari total coliform yang secara khusus berasal dari saluran cerna dan tinja hewan berdarah panas, termasuk manusia. Uji *fecal coliform* dianggap lebih tepat dalam mendeteksi polusi akibat limbah kotoran dibandingkan uji total *coliform*, karena *fecal coliform* lebih spesifik terkait dengan sumber pencemar biologis (Salsabila et al., 2023). Selain *E. coli*, kelompok *fecal coliform* juga mencakup bakteri patogen yang

berpotensi, seperti *Shigella sp.* , *Vibrio cholerae*, *Campylobacter jejuni*, dan *Salmonella sp.* , yang dapat mengakibatkan penyakit diare dan gangguan pencernaan pada manusia (Santy et al., 2017).

Tingginya tingkat coliform di sungai menunjukkan adanya pencemaran yang disebabkan oleh limbah domestik dan industri. Limbah yang berasal dari sisa makanan, air cucian, tempat pembuangan sampah, toilet, feses manusia, serta limbah industri rumah tangga dapat secara signifikan meningkatkan jumlah coliform. Selain itu, limbah dari rumah sakit dan peternakan juga berkontribusi pada peningkatan beban bakteri di dalam badan air. Keadaan ini tidak hanya menurunkan kualitas air, tetapi juga menimbulkan ancaman kesehatan bagi manusia yang menggunakan air sungai untuk konsumsi, rekreasi, atau kegiatan lainnya. Terpapar pada air yang mengandung fecal coliform dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan penyakit gastrointestinal, gagal ginjal akut, meningitis, dan infeksi serius lainnya, terutama pada kelompok yang lebih rentan seperti anak-anak dan individu dengan sistem imun yang lemah (Wulandari & El Sherra, 2024).

Upaya untuk mengatasi tingginya tingkat *coliform* berfokus pada pengelolaan sumber pencemaran biologis. Pengolahan limbah domestik, limbah rumah sakit, dan limbah industri sebelum dibuang ke badan air adalah langkah utama untuk mengurangi jumlah bakteri. Peningkatan sanitasi lingkungan, pengelolaan tempat

pembuangan sampah yang efektif, serta perlindungan dan rehabilitasi daerah aliran sungai (DAS) juga berperan dalam mengurangi pencemaran oleh fecal coliform. Disinfeksi air dengan klorinasi atau metode filtrasi dapat diterapkan dalam sistem penyediaan air minum untuk menjamin keamanan biologis bagi pengguna.

Sebaliknya, kadar *coliform* yang rendah atau memenuhi standar kualitas menunjukkan bahwa air tersebut relatif bebas dari pencemaran biologis. Perairan dengan jumlah *coliform* yang rendah mendukung keberlangsungan ekosistem akuatik tanpa menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia. Situasi ini mencerminkan keberhasilan pengelolaan limbah dan sanitasi sekitar badan air, sehingga menjaga keseimbangan ekosistem sungai.

6. Indeks Pencemaran (IP) Sebagai Berikut:

- a. Melakukan pemantauan kualitas air sungai;
- b. Masing-masing titik pemantauan diasumsikan sebagai 1 (satu) data dan akan memiliki status mutu air.
- c. Memilih beberapa parameter meliputi, oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD), kebutuhan oksigen kimiawi (COD), padatan tersuspensi total (TSS), total fosfat (T-Phosphat), Nitrat, Amonia dan Fecal Coliform yang akan dimasukkan ke dalam perhitungan IP dan menentukan konsentrasinya dari masing-masing parameter;

- d. Membandingkan konsentrasi parameter yang telah dipilih dengan nilai kriteria mutu air kelas 2 tercantum dalam Lampiran VI Peraturan Pemerintah 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup;
- e. Apabila nilai (C_i/L_{ij}) hasil pengukuran lebih besar dari 1,0 maka digunakan nilai (C_i/L_{ij}) baru;
- f. Setiap titik akan memiliki Indeks Pencemaran Air melalui persamaan:

$$IP_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}}$$

Dimana

L_{ij}	:	Konsentrasi Baku Peruntukan Air (j)
C_i	:	Konsentrasi sampel parameter kualitas air (i)
IP_j	:	Pencemaran bagi peruntukan (j)
IP_J	:	$(C_i/L_{ij}, C_2/L_{2j}, \dots)$
$(C_i/L_{ij})_{Maksimum}$	:	Nilai maksimum dari C_i/L_{ij}
$(C_i/L_{ij})_{Rata-rata}$	:	nilai rata-rata dari C_{ij}/L_{ij}

Gambar 1. Rumus IP

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

Keraguan pada nilai (C_i/L_{ij}) akan timbul jika dua nilai tersebut berdekatan dengan nilai acuan 1,0 atau perbedaan yang sangat besar sehingga tingkat kerusakan badan air sulit ditentukan. C_i/L_{ij} (baru) akan didapatkan apabila suatu parameter C_i/L_{ij} melebihi >1 atau $=1$, maka dihitung Kembali dengan persamaan:

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

Di mana P: Konstanta dan nilainya ditentukan dengan bebas dan disesuaikan dengan hasil pengamatan lingkungan dan atau persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukan

Jika nilai konsentrasi parameter menurun menunjukkan tingkat pencemaran yang meningkat, amak perlu dihitung terlebih dahulu nilai teoritik atau nilai maksimum dari parameter tersebut dengan menggunakan persamaan:

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

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

Di mana, C_{im} : Nilai teoritik atau nilai maksimum dari parameter yang dimaksud. Untuk penentuan parameter baku mutu yang memiliki rentang seperti pH, maka penentuan IP menggunakan persamaan, sebagai berikut:

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

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

Di mana L_i min dan L_i max masing-masing adalah batas rentang bawah dan batas rentang atas. Sedangkan L_i rata-rata adalah nilai rata-rata dari L_i min dan L_i max. Dengan melakukan modifikasi IM pada beberapa parameter tertentu akan diketahui indikasi sumber

pencemar utama pada sumber air yang dimonitor. Modifikasi dilakukan dengan cara menghilangkan parameter ke-I yang ingin diketahui efeknya satu persatu untuk mendeteksi sumber pencemar.

- g. Menentukan status mutu masing – masing lokasi dengan ketentuan sebagai berikut:

- | | | |
|----|---------------------------|-----------------------------|
| a. | $0 \leq IP_j \leq 1,0$ | : baik (memenuhi baku mutu) |
| b. | $1,0 \leq IP_j \leq 5,0$ | : cemar ringan |
| c. | $5,0 \leq IP_j \leq 10,0$ | : cemar sedang |
| d. | $IP_j \geq 10,0$ | : cemar berat |

Gambar 2. Baku Mutu IP

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

7. Limbah Domestik

Limbah domestik adalah sisa buangan yang berasal dari aktivitas rumah tangga seperti mandi, mencuci, memasak, dan penggunaan toilet. Limbah ini umumnya dibedakan menjadi *grey water* (air bekas cucian dan mandi) dan *black water* (air limbah dari toilet). Limbah domestik mengandung berbagai komponen pencemar, antara lain bahan organik, minyak dan lemak, padatan tersuspensi (TSS), deterjen, nutrisi (nitrogen dan fosfat), serta mikroorganisme patogen (Sofiana et al., 2022).

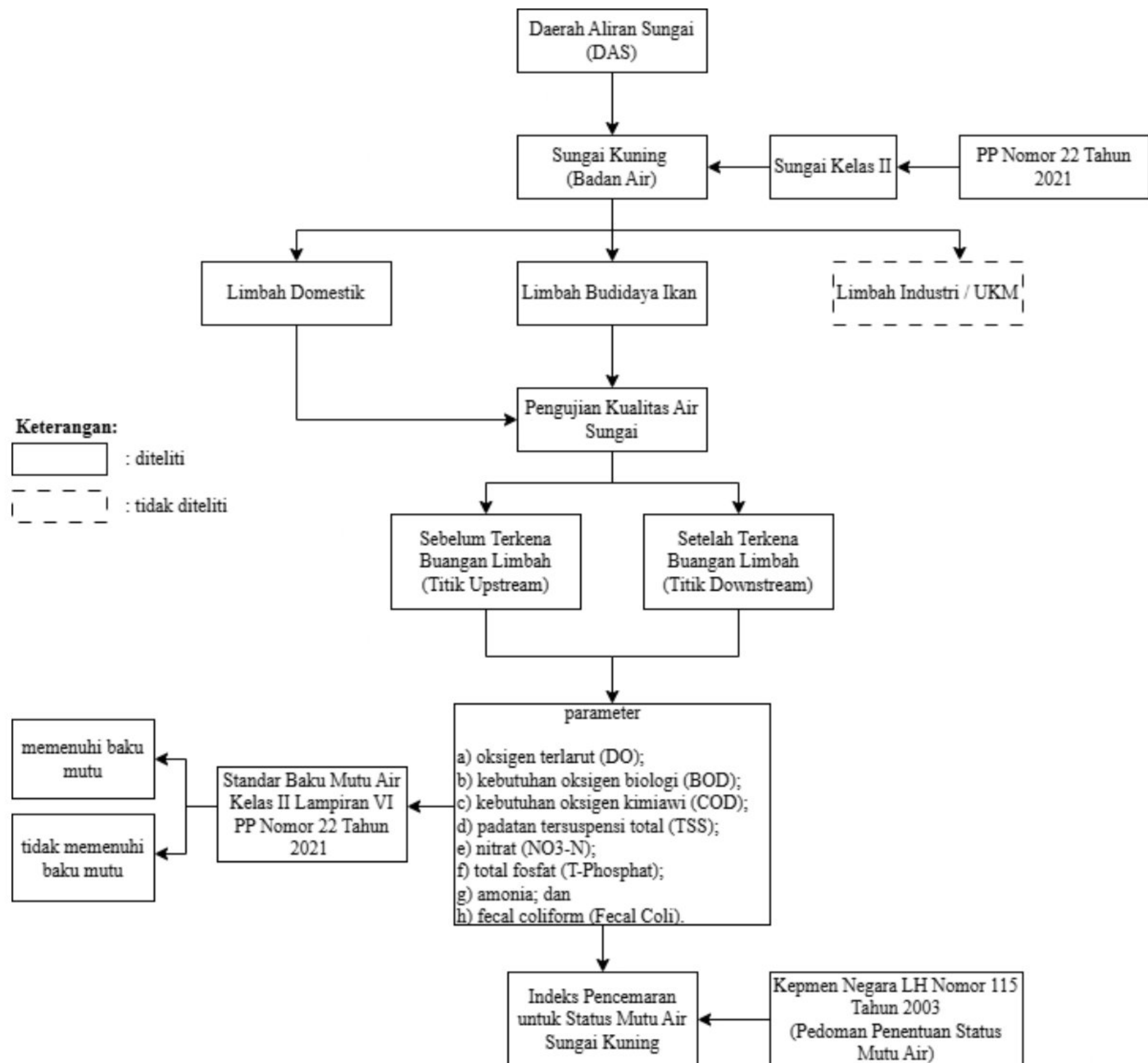
Limbah domestik sering menjadi salah satu sumber pencemar utama pada sungai yang melintas di kawasan permukiman, terutama apabila masyarakat tidak memiliki sistem pengolahan air limbah (IPAL) yang memadai. Jika dibuang langsung ke sungai, limbah ini dapat

menurunkan kualitas air melalui peningkatan beban organik, penurunan DO, serta peningkatan populasi bakteri indikator fekal.

8. Sumber dan Karakteristik Limbah Budidaya Perikanan

Menurut (Trinanda Putra et al., 2025), sumber limbah budidaya ikan berasal dari sisa pakan dan hasil metabolisme ikan. Ikan hanya dapat menyerap 20-30% nutrisi yang berasal dari pakan sementara sisanya diekskresikan ke lingkungan dalam bentuk amonia dan protein organik yang merupakan produk akhir metabolisme protein. Hasil penelitian (Caesari Putri et al., 2022) mengungkapkan bahwa kelebihan ammonia pada suatu perairan akan berdampak pada penurunan proses reproduksi, laju pertumbuhan dan kekebalan tubuh biota akuatik. Limbah nutrisi ini sangat mudah terlarut di kolom air sehingga dapat mempercepat proses eutrofikasi pada sungai yang menerima beban limbah berlebih.

B. Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

C. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana gambaran parameter fisika, yaitu Total Suspended Solid (TSS) pada air sungai sebagai badan air yang menerima limbah domestik dan kegiatan budidaya ikan pada lokasi penelitian?
2. Bagaimana gambaran parameter kimia, yaitu DO, BOD, COD, Nitrat (NO₃-N), Amonia dan Fosfat (T-Phosphat) pada air sungai sebagai

badan air yang menerima limbah domestik dan kegiatan budidaya ikan pada lokasi penelitian?

3. Bagaimana gambaran parameter biologi, yaitu Fecal Coliform pada air sungai sebagai badan air yang menerima limbah domestik dan kegiatan budidaya ikan di lokasi penelitian?
4. Bagaimana status mutu air sungai pada setiap titik pengambilan sampel berdasarkan hasil analisis menggunakan metode IP sesuai parameter yang diuji?