

Studi Kualitas Air, Status Mutu Air dan Beban Pencemaran Sungai Badung

Bernard A.R Mendes¹, I Wayan Suarna², I Made Sara Wijana³

¹Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Udayana

²Fakultas Peternakan, Universitas Udayana

³Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana

Alamat: Jalan P.B. Sudirman, Dangin Puri Klod, Kec. Denpasar Bar., Kota Denpasar, Bali 80234

Korespondensi Penulis: bernard.mendes99@gmail.com

ABSTRACT : *This study aims to analyze the water quality of the Badung River based on Class II River water quality standards according to Government Regulation No. 22 of 2021, determine the water quality status, and calculate the potential pollution load of the Badung River. Water quality measurements were conducted at five sampling points. The parameters measured and observed include Temperature, Total Suspended Solids (TSS), pH, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Dissolved Oxygen (DO), Sulfate (SO₄²⁻), Nitrate (NO₃), Total Phosphate (P), Oil & Grease, Total Detergent, and Total Coliform. Samples were analyzed in the laboratory for physical, chemical, and microbiological parameters. The water quality status of the Badung River was determined using the pollution index method, and the potential pollution load was calculated using the wastewater emission coefficient approach. The results showed that the water quality and status of the Badung River are classified as lightly polluted, with an average pollution index value of 3.65. The potential pollution load entering the Badung River in the domestic sector is 0.78 tons/day for BOD, 1.07 tons/day for COD, and 0.74 tons/day for TSS. Factors contributing to the lightly polluted water quality status include population density, poorly managed domestic activities (household waste), which contribute to high pollution parameter values such as BOD, COD, and TSS, and a lack of waste management infrastructure*

Keywords: *Pollution Index, Quality Status, Pollution Load*

ABSTRAK : Penelitian studi kualitas air, status mutu air dan beban pencemaran Sungai Badung, bertujuan untuk menganalisis kualitas air Sungai Badung berdasarkan baku mutu kualitas air sungai kelas II Menurut PP Nomor 22 Tahun 2021, menentukan status mutu air dan menghitung potensi beban pencemar Sungai Badung. Pengukuran kualitas air dilakukan pada lima titik pengambilan sampel. Parameter yang diukur dan diamati meliputi Temperatur (Suhu), Padatan Tersuspensi total (TSS), Derajat Keasaman (pH), Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD), Kebutuhan Oksigen kimiawi (COD), Oksigen terlarut (DO), Sulfat (SO₄²⁻), Nitrat (Sebagai NO₃), Total Fosfat (Sebagai P), Minyak & Lemak, Deterjen Total dan Total coliform. Sampel dianalisis di laboratorium untuk parameter fisik, kimia dan mikrobiologi. Penentuan status mutu air Sungai Badung dengan metode indeks pencemar dan potensi beban pencemaran dihitung menggunakan pendekatan koefisien emisi limbah cair. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas dan status mutu air Sungai Badung tergolong tercemar ringan dengan nilai indeks pencemaran rata-rata 3,65. Besar tingkat beban pencemar yang berpotensi masuk ke Sungai Badung pada sektor domestik adalah parameter BOD sebesar 0,78 ton/hari, parameter COD sebesar 1,07 ton/hari, dan parameter TSS sebesar 0,74 ton/hari. Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap status mutu air yang tercemar ringan meliputi kepadatan penduduk, aktivitas domestik (limbah rumah tangga) yang tidak dikelola dengan baik sehingga berkontribusi terhadap tingginya nilai parameter pencemaran seperti BOD, COD, dan TSS serta kurangnya infrastruktur pengelolaan limbah

Kata Kunci: Indeks Pencemaran, Status Mutu, Beban Pencemar

1. LATAR BELAKANG

Merupakan suatu ekosistem yang kompleks yang dibangun atas komponen fisik, komponen biologis dan komponen manusia. Setiap sistem dan sub sistem didalamnya saling berinteraksi, dalam proses ini peranan tiap-tiap komponen dan hubungan antar komponen sangat menentukan kualitas ekosistem DAS. Gangguan terhadap salah satu komponen ekosistem akan berpengaruh kepada komponen lainnya yang dapat terjadi secara berantai.

Keseimbangan ekosistem akan terjamin apabila kondisi hubungan timbal balik antar komponen berjalan dengan baik dan optimal (Kartodihardjo, 2008). Menurut Wiwoho (2005), kualitas air sungai dipengaruhi oleh kualitas pasokan air dari daerah tangkapan yang terkait dengan aktivitas manusia di dalamnya. Aktivitas manusia dalam industri, rumah tangga, dan pertanian menghasilkan limbah yang mengurangi kualitas air sungai (Suriawiria, 2003).

DAS Badung, dengan luas 37,7 km² dan alur panjang 25,17 km, merupakan sumber daya air yang penting untuk wilayah hulu dan hilir, meliputi Kabupaten Badung dan Kota Denpasar. Namun, pesatnya pembangunan telah mengakibatkan ekspansi lahan yang mengganggu ekosistem DAS. Berkurangnya lahan bervegetasi berdampak besar pada potensi sumber daya air, termasuk air permukaan, mata air, dan air tanah. Keadaan ini memperparah ketidakseimbangan antara meningkatnya kebutuhan air dan penurunan cadangan air. Akibatnya, masalah lingkungan seperti kekeringan dan banjir semakin sering terjadi.

Penelitian ini merujuk pada beberapa studi sebelumnya. Christiana (2020) telah melakukan penelitian mengenai kualitas air Sungai Mahap di Kalimantan Barat. Sungai Mahap mengalami tingkat pencemaran dari sedang hingga berat, mengindikasikan dampak buruk dari aktivitas manusia. Pemanfaatan lahan yang tidak seimbang di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung telah menyebabkan berbagai masalah lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian tentang kapasitas daya tampung beban pencemaran dari sektor domestik, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti jumlah penduduk dan jarak pemukiman dari sungai. Vichotama *et al*, (2021) juga telah melakukan penelitian mengenai Analisis Kualitas Air Tukad Badung, Denpasar, Bali dengan menggunakan Program QUAL2Kw. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas air sangat buruk, ditandai dengan parameter fosfat dan parameter BOD yang melebihi standar mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 untuk Kelas II.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air sungai, menentukan status mutu air sungai dan menganalisis potensi beban pencemaran Sungai Badung serta merekomendasi upaya pengelolaan kualitas air Sungai Badung. Mengingat kondisi Sungai Badung saat ini yang telah tercemar, hal ini dapat berdampak signifikan pada lingkungan sekitar, terutama dari sektor domestik khususnya pada limbah cair.

2. KAJIAN TEORITIS

Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah kawasan di mana sistem sungai yang saling terhubung berfungsi sebagai satu kesatuan alur, sehingga air dari wilayah tersebut mengalir melalui jalur tunggal (Linsley et al., 1975). DAS mencakup area di mana air hujan, salju, dan es yang mencair mengalir ke berbagai waduk seperti sungai, danau, kali, dan rawa. Air yang tertampung di waduk-waduk ini kemudian mengalir menuju daerah yang lebih rendah hingga akhirnya mencapai laut.

Novitasari et al. (2013) melakukan penelitian mengenai karakteristik DAS Paloh di Kabupaten Sambas. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa DAS ini memiliki pola dendritik, bentuk drainase memanjang, kerapatan drainase sebesar 2,15 km/km², terdiri dari 4 orde sungai, dengan profil melintang sungai berbentuk segitiga. Debit aliran sungai rata-rata adalah 96,21 m³/detik, dengan Total Suspended Solids (TSS) rata-rata 75,80 mg/liter, pH air rata-rata 6,92, suhu rata-rata 29,2°C, dan kecerahan rata-rata 35,90 cm. Penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun DAS masih dalam kondisi baik, aktivitas manusia di sekitarnya berpotensi menyebabkan kerusakan pada DAS Paloh dalam beberapa tahun ke depan.

Secara umum, DAS dibagi menjadi tiga bagian: hulu, tengah, dan hilir. Asdak (2010) menjelaskan bahwa secara biogeofisik, daerah hulu DAS dicirikan oleh karakteristik seperti daerah konservasi, kerapatan drainase tinggi, kemiringan lereng yang besar (lebih dari 15%), tidak merupakan daerah banjir, dan biasanya terdiri dari hutan. Di sisi lain, daerah hilir DAS ditandai dengan pemanfaatan, kerapatan drainase yang lebih rendah, kemiringan lereng kecil (kurang dari 8%), kemungkinan adanya banjir, dan dominasi tanaman pertanian dengan pengaturan air yang bergantung pada infrastruktur irigasi. Daerah tengah DAS merupakan area transisi antara karakteristik biogeofisik dari kedua bagian ini.

Pencemaran Air

Pencemaran air di Indonesia umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia, termasuk limbah dari permukiman, pertanian, dan industri. Berdasarkan laporan Asian Development Bank pada tahun 2008, pencemaran air di Indonesia menimbulkan kerugian sekitar empat puluh lima triliun rupiah setiap tahun (Alamendah, 2010). Dampak pencemaran air tidak hanya merugikan makhluk hidup, tetapi juga menimbulkan gangguan estetika, seperti penampilan air yang tercemar minyak atau zat lain yang mengapung (Ariawan, 2010).

Djoharam et al. (2018) menjelaskan bahwa pencemaran bisa terjadi di berbagai lokasi, termasuk lingkungan perairan. Pencemaran air adalah akibat dari aktivitas pembangunan dan

dapat mempengaruhi sumber-sumber air. Contohnya, pencemaran sungai sering terjadi pada sungai yang melintasi kota-kota besar. Sungai Ciliwung, misalnya, mengalami pencemaran yang meningkat dari hulu ke hilir, dengan dampak yang paling signifikan terjadi di bagian hilir, khususnya di wilayah DKI Jakarta.

1. Sumber Pencemaran

Perkembangan teknologi dan ledakan populasi berdampak pada ketidakseimbangan lingkungan. Meskipun teknologi meningkatkan efisiensi, penggunaan sumber daya alam melampaui kapasitas alamnya, menyebabkan kerusakan lingkungan (Nurmayanti, 2002). Menurut Undang-Undang No. 23 Tahun 1997, pencemaran adalah masuknya zat, energi, atau makhluk hidup ke lingkungan akibat aktivitas manusia yang menurunkan kualitas lingkungan sehingga tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Proses industrialisasi dan urbanisasi, seperti pembuangan limbah industri dan domestik ke badan air, merupakan penyebab utama pencemaran air (Suripin, 2002).

2. Limbah Domestik

Limbah domestik meliputi bahan limbah dari kamar mandi, dapur, dan tempat cuci peralatan rumah tangga. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003, air limbah domestik berasal dari berbagai aktivitas permukiman dan bisnis. Limbah rumah tangga umumnya mengandung zat organik, garam, lemak, bakteri seperti E. Coli, serta jasad patogen dan parasit (Nurmayanti, 2002). Daryanto (1995) mengklasifikasikan limbah domestik menjadi limbah cair, padat, dan gas.

3. METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di daerah aliran Sungai Badung, Kecamatan Denpasar Selatan, Provinsi Bali. Pengambilan sampel dilakukan di lima titik. Titik pertama (ST-1) berada di Desa Sempidi, Kabupaten Badung; titik kedua (ST-2) di Desa Ubung, Kecamatan Denpasar Utara; titik ketiga (ST-3) di Desa Pamecutan Kelod, Kecamatan Denpasar Utara; titik keempat (ST-4) di Desa Dauh Puri Kauh, Kecamatan Denpasar Barat dan titik kelima (ST-5) di Desa Pemogan, Kecamatan Denpasar Selatan. Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, yaitu dari November hingga Desember 2023.

Pengumpulan Data

Data primer di peroleh dari pengukuran status mutu air menggunakan parameter yang dianalisis mencakup parameter fisik (Temperatur dan TSS), parameter kimia (pH, BOD, DO, COD, Sulfat (SO_4^2), Nitrat (NO_3), Fosfat, Minyak & lemak dan Deterjen total) dan

parameter mikrobiologi (total coliform), Status mutu air ditentukan dengan metode indeks pencemar, dan potensi beban pencemaran dihitung menggunakan pendekatan faktor emisi limbah domestik. Data sekunder yang meliputi data statistik resmi dari BPS Bali 2020-2021, jurnal, tesis dan laporan yang berkaitan dengan penelitian

Analisis Data

1. Kualitas Air Sungai

Metode ini menghubungkan tingkat pencemaran dengan dapat atau tidaknya air yang diperiksa dipakai untuk penggunaan tertentu dengan nilai-nilai parameter tertentu.

a. Memilah parameter menjadi tiga

kelompok yaitu:

- Parameter yang kita nilai konsentrasi menurun menyatakan tingkat pencemaran yang menurun atau kualitas air yang membaik.
- Parameter yang kita nilai konsentrasi menurun menyatakan tingkat pencemaran yang meningkat atau kualitas air yang memburuk
- Parameter nilai baku mutunya L_{ij} memiliki rentang.

b. Menghitung harga C_i/L_{ij} untuk tiap parameter pada setiap lokasi pengambilan cuplikan dengan rumus:

- Jika nilai konsentrasi parameter menurun menyatakan tingkat pencemaran yang meningkat, di tentukan terlebih dahulu nilai teoritik atau nilai maksimum C_{im} (misal untuk DO, maka C_{im} merupakan nilai DO jenuh). Dalam kasus ini nilai C_i/L_{ij} Hasil Pengukuran diganti oleh nilai C_i/L_{ij} Hasil Perhitungan dengan rumus:

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

- Jika nilai baku (L_{ij}) tidak memiliki rentang maka:

$$(C_i/L_{ij}) = (C_i/L_{ij} \text{ hasil penukuran})$$

- Jika nilai (L_{ij}) memiliki rentang:

Untuk $C_i \leq L_{ij}$ rata-rata

$$(C_i/L_{ij}) = \frac{\{C_i - (L_{ij})_{rata-rata}\}}{\{(L_{ij})_{minimum} - (L_{ij})_{rata-rata}\}}$$

Untuk $C_i > L_{ij}$ rata-rata

$$(C_i/L_{ij}) = \frac{\{C_i - (L_{ij})_{rata-rata}\}}{\{(L_{ij})_{maksimum} - (L_{ij})_{rata-rata}\}}$$

- Jika nilai $(C_i/L_{ij}) \leq 1,0$ maka digunakan (C_i/L_{ij}) hasil penukuran)

- Jika nilai $(C_i/L_{ij}) > 1,0$ maka digunakan persamaan:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1,0 + P \log (C_i/L_{ij})_M$$

dengan $P = 5$

c. Tentukan nilai rata-rata dan nilai maksimum dari keseluruhan data, masing-masing dinyatakan sebagai $(C_i/L_{ij})_R$ dan $(C_i/L_{ij})_M$

d. Tentukan Harga IP_j dengan perhitungan:

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

Keterangan:

C_i : Konsentrasi parameter kualitas air yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan

L_{ij} : Konsentrasi parameter kualitas air yang tercantum dalam baku mutu

IP_j : Indeks Pencemaran

Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat atau tidaknya air sungai dipakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu.

2. Status Mutu Air

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air., Mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu 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. Penentuan status mutu air dapat menggunakan metode Indeks Pencemaran. Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemaran (IP) dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa Pencemaran.

Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat atau tidaknya sungai dipakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai parameter tertentu (Saraswati *et al.*, 2014).

Kelas Indeks Pencemaran ada 4 dengan skor

- $0 \leq IP_j \leq 1,0 \Rightarrow$ memenuhi kirteria mutu (kondisi baik)
 $1,0 < IP_j \leq 5,0 \Rightarrow$ cemar ringan
 $5,0 < IP_j \leq 10 \Rightarrow$ cemar sedang
 $IP_j > 10 \Rightarrow$ cemar berat

3. Potensi Beban pencemran

Analisis tingkat beban pencemaran pada sektor domestik, khususnya pada limbah cair, dilakukan dengan membandingkan nilai hasil dari beban pencemaran pada parameter BOD, COD, dan TSS dengan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI. Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya (kelas II), sehingga dapat ditentukan besaran beban pencemar yang harus diturunkan.

a) Limbah domestik

Menurut Kurniawan *et al.* (2017) untuk beban pencemaran dari domestik tanpa IPAL. diestimasi dengan cara mengkalikan jumlah penduduk per unit pemetaan dikalikan dengan faktor emisi paramater pencemar tertentu per orang per hari dan koefisien transfer beban. Faktor emisi (*generate load*) merupakan potensi emisi sumber pencemar yang diperoleh dari hasil penelitian. Beberapa peneliti menyebutkan “*river reaching coeffecient*” atau “*run off rasio*” untuk mengkuantifikasikan persentasi beban pencemaran yang masuk ke sungai. Maka persamaan yang digunakan untuk menghitung beban pencemaran dari sumber domestik, Kementrian PU (2004) adalah sebagi berikut:

$$\text{PBP} = \Sigma \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Emisi} \times \alpha \times \text{Rek}$$

dalam hal ini :

PBP = Potensi beban pencemar (g/hari)

Σ Jumlah Penduduk= Jumlah penduduk proyeksi (Jiwa)

Faktor Emisi = Faktor emisi penduduk yaitu BOD 40 g/orang/hari; COD 55 g/orang/hari; dan TSS 38 g/orang/hari.

α = Koefisien transfer beban, ditentukan berdasarkan jarak pemukiman ke sungai. Nilai α jika jarak dari danau 0-100 m adalah 1; 100-500 m adalah 0,85; dan lebih dari 500 m adalah 0,3.

Rek = Rasio ekivalen, Kota adalah 1. Pinggiran kota adalah 0,8125. dan Pedalaman adalah 0,625.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kualitas Air Sungai

Pengambilan sampel tahap 1 (Bulan November) dilaksanakan pada kondisi cuaca cerah. Pengambilan sampel dilakukan pada rentang waktu pukul 10.05 – 13.30 WITA. Hasil pengujian kualitas air Sungai Badung pada lima titik lokasi pengambilan sampel tersaji pada Tabel 1. Beberapa parameter tidak memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan diantaranya adalah BOD, COD, DO, Total Fosfat, Minyak/Lemak dan Deterjen Total.

Table 1. Hasil Pengujian Kualitas Air Sungai Pada Pengambilan Sampel Tahap

No.	Parameter	Satuan	Lokasi					Baku Mutu
			ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-5	
1	Waktu	WITA	10.5	11.06	12.15	12.45	13.30	–
2	Temperatur	°C	27	32	31	30	31	Dev 3
3	TSS	mg/L	10	19	5	6	8	50
4	pH	–	8,57	8,44	8,36	8,43	8,12	6-9
5	BOD	mg/L	6,804*	14,112*	10,08*	9,576*	18,144*	3
6	COD	mg/L	26,88*	17,280	34,56*	34,56*	42,24*	25
7	DO	mg/L	5,1	4,5	3,9*	4,5	3,8*	4
8	Sulfat	mg/L	3,473	4,778	12,151	13,875	21,351	300
9	Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/L	0,392	2,207	2,129	1,660	2,561	10
10	Total Fosfat (Sebagai P)	mg/L	0,411*	1,169*	1,431*	1,368*	2,415*	0,2
11	Minyak dan Lemak	mg/L	4*	1	3*	0	2*	1
12	Deterjen Total	mg/L	0,088	0,038	0,212*	0,266*	0,324*	0,2
13	Total Coliform	MPN/100mL	2,900	2,900	4,600	2,300	3,600	5000

Keterangan:

Tanda * : parameter yang tidak memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

Pengambilan sampel tahap 2 (Bulan Desember) dilaksanakan pada kondisi cuaca cerah. Pengambilan sampel dilakukan pada rentang waktu pukul 10.10 – 13.45 WITA. Hasil pengujian kualitas air Sungai Badung pada lima titik lokasi pengambilan sampel tersaji pada Tabel 2. Beberapa parameter tidak memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan adalah pH, BOD, COD, Total Fosfat, Minyak/Lemak dan Deterjen Total.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kualitas Air Sungai Pada Pengambilan Sampel Tahap 2

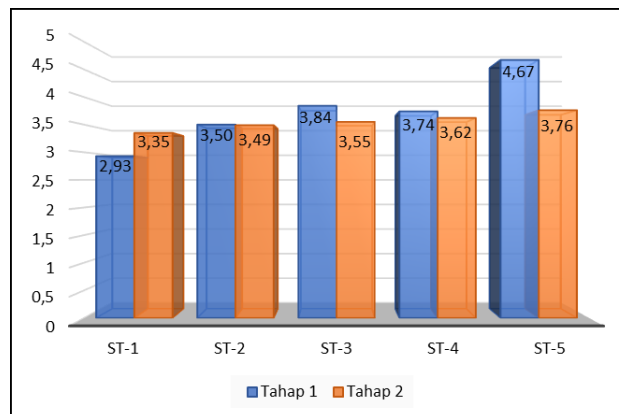
No.	Parameter	Satuan	Lokasi					Baku Mutu
			ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-5	
1	Waktu	WITA	10.10	11.14	12.30	12.50	13.45	–
2	Temperatur	°C	26	28	29	30	29	Dev 3
3	TSS	mg/L	12,5	17,0	8	14,0	6,0	50
4	pH	–	9,11*	8,53	8,0	8,01	7,64	6-9

5	BOD	mg/L	10,08*	9,072*	15,12*	10,08*	19,152*	3
6	COD	mg/L	23,040	30,72*	57,6*	26,88*	34,56*	25
7	DO	mg/L	5,5	5,3	5,8	5,4	4,8	4
8	Sulfat	mg/L	10,675	16,076	16,927	16,958	20,796	300
9	Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/L	0,897	0,956	1,701	1,548	1,860	10
10	Total Fosfat (Sebagai P)	mg/L	0,643*	1,141*	1,191*	1,245*	1,215*	0,2
11	Minyak dan Lemak	mg/L	5*	2*	0	2*	4*	1
12	Deterjen Total	mg/L	0,543*	0,242*	0,055	0,217*	0,462*	0,2
13	Total Coliform	MPN/100mL	70	150	210	150	80	5000

Keterangan:

Tanda * : parameter yang tidak memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

Setelah mendapatkan hasil pengujian baik secara insitu maupun exsitu selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai indeks pencemaran. Status mutu pada lima titik lokasi pengambilan sampel seluruhnya dengan nilai indeks pencemaran 2,93 hingga 4,67 pada pengambilan sampel tahap 1 dan nilai indeks pencemaran pada pengambilan sampel tahap 2 adalah 3,35 hingga 3,76. Nilai indeks pencemaran tersaji pada Gambar 1. Berdasarkan perhitungan nilai indeks pencemaran pada lima titik lokasi pada tahap 1 dan 2 dalam pengambilan sampel, maka didapatkan rata-rata nilai indeks pencemaran air Sungai Badung yaitu 3,65 yang termasuk dalam kategori cemar ringan



Gambar 1. Nilai Indeks Pencemaran Air Sungai Badung.

Pemantauan Sungai Badung melibatkan pengukuran parameter pencemar air seperti suhu, TSS, pH, BOD, COD, DO, sulfat, nitrat, fosfat, minyak, deterjen, dan coliform, yang dibandingkan dengan baku mutu air kelas II sesuai PP No. 22 Tahun 2021. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh tata guna lahan, dan daya tampung alami sungai terhadap pencemaran harus dipertahankan untuk mencegah penurunan kualitas air. Kemampuan daya

tampung air sungai secara alamiah terhadap pencemaran harus tetap dipertahankan untuk meminimalkan terjadinya penurunan kualitas air sungai (Pohan *et al.*, 2016).

Pada Tahap 1 (November), beberapa parameter air Sungai Badung melebihi baku mutu, termasuk BOD, COD, DO, total fosfat, minyak dan lemak, serta deterjen, yang mengindikasikan kontaminasi oleh bahan organik dan polutan lainnya. Pada Tahap 2 (Desember), hasil serupa ditemukan, dengan tambahan pelanggaran pada pH di salah satu titik sampel.

Hasil menunjukkan bahwa kualitas air pada tahap 2 cenderung lebih buruk dibandingkan tahap 1, terutama pada parameter COD dan deterjen total. Pengujian selama November-Desember mengungkapkan penurunan signifikan dalam kualitas air Sungai Badung, dengan pencemaran yang disebabkan oleh pH tinggi, BOD dan COD yang meningkat, DO yang rendah, kadar fosfat tinggi, serta tingginya minyak, lemak, dan deterjen. Penyebabnya termasuk limbah domestik dan industri yang mengganggu ekosistem perairan, mempengaruhi organisme akuatik, dan mencerminkan pencemaran yang berkelanjutan dan belum teratasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa air Sungai Badung terkontaminasi oleh bahan organik, minyak/lemak, dan deterjen, terutama akibat pembuangan limbah domestik dan industri yang tidak terkelola dengan baik. Kontaminasi ini berdampak negatif pada ekosistem perairan dan keseimbangan habitat. Pada tahap 2, polusi tetap ada dengan beberapa parameter air yang tidak memenuhi standar, serta perubahan pH yang merugikan ekosistem. Indeks pencemaran rata-rata sebesar 3,65 mengindikasikan bahwa kualitas air termasuk dalam kategori cemar ringan. Hasil ini menunjukkan perlunya tindakan lebih lanjut untuk mengendalikan sumber pencemaran, memperbaiki pengelolaan limbah, dan meningkatkan edukasi serta pengawasan untuk menjaga kualitas air Sungai Badung.

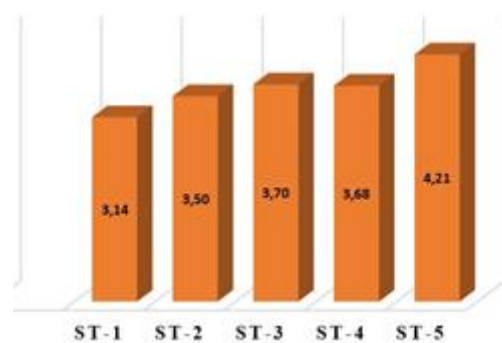
Suprabawati *et al.*, (2017) melakukan penelitian terhadap Identifikasi Sumber Pencemar Dan Kualitas Air Sungai Di Desa Cangu Dan Desa Dalung Kecamatan Kuta Utara Kabupaten Badung , hasil penelitian menunjukkan bahwa Kualitas Air Tukad Umalas di Desa Cangu dan Desa Dalung Kecamatan Kuta Utara Kabupaten Badung berdasarkan perhitungan nilai indeks pencemaran (IP) berdasarkan mutu air kelas II, TS-6 tergolong tercemar sedang dan keempat TS tergolong tercemar ringan. Berdasarkan mutu air kelas 3 kualitas air di desa Dalung tergolong masih memenuhi kriteria mutu (MKM) dan di desa Cangu tergolong tercemar ringan. Berdasarkan mutu air kelas 4, kesemua TS hampir dapat dikatakan tercemar ringan

Status Mutu Air Sungai

Indeks pencemaran merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan status mutu air pada suatu sumber air. Status mutu air menunjukkan tingkat kondisi mutu air pada sumber air dalam kondisi cemar atau kondisi baik dengan membandingkan baku mutu yang telah ditetapkan. Hasil perhitungan rata-rata Indeks Pencemaran Sungai Badung adalah sebagai berikut tersaji pada tabel 3

Tabel 3. Rata-rata Nilia Indeks Pencemaran

No.	Lokasi	Nilai Indeks Pencemaran	Status Mutu
1	ST-1	3,14	Cemar Ringan
2	ST-2	3,50	Cemar Ringan
3	ST-3	3,70	Cemar Ringan
4	ST-4	3,68	Cemar Ringan
5	ST-5	4,21	Cemar Ringan



Gambar 2. Rata-rata Nilai Indeks Pencemaran

Dari tabel Nilai Indeks Pencemaran adalah $1,0 < IP_j \leq 5,0$ maka di kategorikan cemar ringan. Jadi Sungai Badung dikategorikan sebagai sungai dengan status mutu cemar ringan.

Indeks pencemaran digunakan untuk menilai kualitas air dengan membandingkan parameter pencemaran dengan baku mutu yang ditetapkan. Dalam penelitian ini, indeks pencemaran dihitung untuk menentukan status mutu air Sungai Badung di lima titik sampel, yang menunjukkan kualitas air berada dalam kategori cemar ringan. Meskipun tidak terlalu parah, kondisi ini memerlukan perhatian dan tindakan pengelolaan, seperti peningkatan infrastruktur pengelolaan limbah, edukasi masyarakat, pengawasan, dan restorasi ekosistem. Upaya ini penting untuk mencegah peningkatan pencemaran dan memperbaiki kualitas air Sungai Badung. Cristiana *et al.* (2020) melakukan penelitian terhadap kualitas air dan status mutu serta beban pencemaran air Sungai Mahap di kabupaten Sekadau Kalimantan Barat. Hasil menunjukkan bahwa kandungan BOD, COD dan Fe telah melampaui baku mutu yang

telah ditetapkan. Status Mutu air Sungai Mahap tergolong tercemar sedang hingga berat berdasarkan metode STORET dan Indeks Pencemaran. Beban pencemaran sungai tertinggi terjadi pada titik II, pada musim kemarau sebesar 104.725 kg/hari dan pada musim hujan sebesar 171.873 kg/ha.

Analisis Potensi Beban Pencemaran

Analisis tingkat beban pencemaran pada sektor domestik, khususnya pada limbah cair, dilakukan dengan membandingkan nilai hasil dari beban pencemaran pada parameter BOD, COD, dan TSS dengan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI. Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya (kelas II), sehingga dapat ditentukan besaran beban pencemar yang harus diturunkan.

a. Limbah Domestik

Sektor domestik, khususnya pada limbah cair, merupakan salah satu yang diduga sebagai sumber pencemaran air di Sungai Badung. Limbah ini merupakan buangan yang berasal dari aktivitas rumah tangga seperti kamar mandi, dapur, tempat cucian, dan unsur-unsur lainnya. Kondisi ini diperparah oleh keberadaan beberapa pemukiman yang terletak di sekitar daerah aliran Sungai Badung, yang memperburuk kualitas air Sungai Badung akibat pembuangan limbah domestik yang tidak terkendali yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4



Gambar 3
Kondisi di sekitar Sungai Badung (Desa Dauh Puri Kauh)



Gambar 4
Kondisi Sungai Badung (Desa Pemogan)

Daerah aliran Sungai Badung dihuni oleh populasi yang cukup padat. Berdasarkan data demografis tahun 2020-2021, kawasan ini dihuni oleh 21.495 kepala keluarga dengan total populasi mencapai 115.943 jiwa. Untuk gambaran yang lebih komprehensif, rincian jumlah penduduk disajikan dalam tabel 4

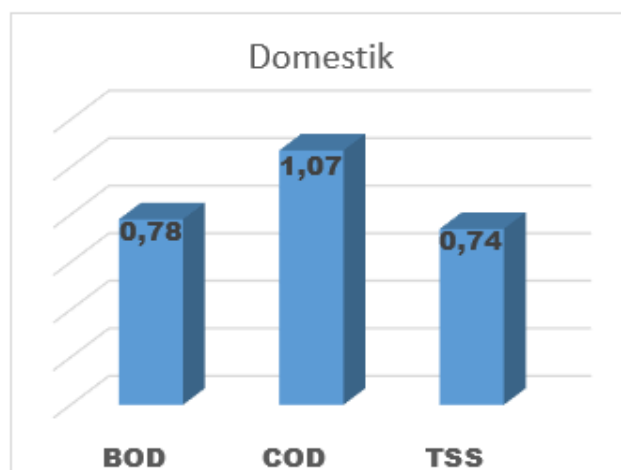
Tabel 4. Jumlah Penduduk di Sekitar Sungai Badung

No.	Desa	Luas Wilayah (km ²)	Jumlah Penduduk (Jiwa)			Jumlah KK	Kepadatan (Jiwa/km ²)
			L	P	Total		
1	Sempidi	3,78	3.987	3.991	7.978	2.266	2.111
2	Ubung	1,03	6.366	5.622	11.988	2.318	11.639
3	Pemecutan Klod	4,42	12.848	12.317	25.165	4.809	5.693
4	Dauh Puri Kauh	1,83	13.974	12.840	26.814	6.276	14.652
5	Pemogan	9,71	21.964	22.034	43.998	5.826	4.531
Jumlah		20,77	59.139	56.804	115.943	21.495	38.627

Sektor domestik di daerah aliran Sungai pada parameter BOD sebanyak 0,78 ton/hari, parameter COD sebanyak 1,07 ton/hari, dan parameter TSS sebanyak 0,74 ton/hari. Potensi beban pencemaran yang dihasilkan dari aktivitas pemukiman atau domestik ditampilkan dalam bentuk tabel sebagaimana Tabel 5 dan gambar 5 persentase sumber pencemaran BOD, COD dan TSS dapat dilihat pada gambar.

Tabel 5. Potensi Beban Pencemaran Kegiatan Domestik

No.	Desa	Parameter			Satuan
		BOD	COD	TSS	
1	Sempidi	73645	101261,875	69962,75	g/hari
2	Ubung	75335	103585,625	71568,25	g/hari
3	Pemecutan Klod	192360	264495	182742	g/hari
4	Dauh Puri Kauh	251040	345180	238488	g/hari
5	Pemogan	189345	260349,375	179877,75	g/hari
Total		781725	1074871,875	742638,75	g/hari
		0,781725	1,074871875	0,74263875	ton/hari
		285,329625	392,3282344	271,0631438	ton/tahun



Gambar 5. Persentase Sumber Pencemaran BOD, COD dan TSS

Penelitian ini mengkaji beban pencemaran dari aktivitas domestik di sekitar DAS Badung, yang berkontribusi signifikan melalui parameter BOD, COD, dan TSS. Kepadatan penduduk tinggi, kurangnya pengelolaan limbah, dan perilaku masyarakat memperparah pencemaran, dengan Desa Dauh Puri Kauh sebagai penyumbang terbesar. Total beban pencemaran dari sektor domestik mencapai 0,78 ton/hari untuk BOD, 1,07 ton/hari untuk COD, dan 0,74 ton/hari untuk TSS. Diperlukan pengembangan IPAL, edukasi masyarakat, dan penegakan hukum untuk mengurangi pencemaran dan memperbaiki kualitas air Sungai Badung. Menurut Sahabuddin (2014), sumber pencemaran air yang berasal dari limbah domestik umumnya berasal dari kawasan permukiman penduduk. Air limbah cair yang berasal dari hasil kegiatan manusia masuk ke perairan melalui limpasan yang bersumber dari wilayah pertanian, permukiman dan perkotaan. Banyaknya aktivitas di sekitar sungai dapat menyebabkan pencemaran dan mempengaruhi serta menurunkan kualitas air, selain aktivitas manusia faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran adalah perubahan iklim Zanatia *et al.* (2019).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kualitas air Sungai Badung termasuk dalam kategori cemar ringan dengan rata-rata nilai indeks pencemaran sebesar 3,65 Adapun faktor-faktor yang berkontribusi terhadap status mutu air yang tercemar ringan yaitu Kepadatan Penduduk, Aktivitas Domestik (limbah rumah tangga) yang tidak dikelola dengan baik berkontribusi terhadap tingginya nilai parameter pencemaran seperti BOD, COD, dan TSS. Dan Kurangnya Infrastruktur Pengelolaan Limbah. Selain itu tingkat beban pencemar yang berpotensi masuk ke Sungai Badung pada sektor domestik yakni parameter BOD sebesar 0,78 ton/hari, parameter COD sebesar 1,07 ton/hari, dan parameter TSS sebesar 0,74 ton/har

Saran

Ada beberapa langkah penting yang perlu dilakukan dalam peningkatan kualitas air Sungai Badung untuk melindungi ekosistem dan kesehatan masyarakat sekitar, antara lain pengolahan air limbah (IPAL), memperbaiki sistem drainase, kampanye tentang dampak pencemaran dan pengolahan limbah, memberikan pelatihan tentang cara yang benar mengolah dan membuang limbah, melakukan rehabilitasi sungai dengan menanam vegetasi di sepanjang bantaran melakukan restorasi habitat alami untuk mendukung kelestarian flora dan fauna lokal serta pemantauan kualitas air secara rutin dan edukasi masyarakat dalam pengolahan limbah minyak dan lemak juga penggunaan deterjan dan pupuk berfosfat tinggi.

Dengan langka-langka ini diharapkan kualitas air sungai Badung membaik sehingga ekosistem dan kesehatan masyarakat sekitar terjaga dan terlindungi.

DAFTAR REFERENSI

Artikel Jurnal:

- Christiana, R., Anggraini, I. M., & Syahwanti, H. (2020). Analisis kualitas air dan status mutu serta beban pencemaran Sungai Mahap di Kabupaten Sekadau Kalimantan Barat. *Serambi Engineering*, 5(2), 1–19. Pontianak: Universitas Panca Bhakti.
- Pohan, D. A. S., Budiyo, & Syafrudin. (2016). Analisis kualitas air sungai guna menentukan peruntukan ditinjau dari aspek lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 63–71.
- Sahabuddin, H. (2014). Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(1), 19–28.
- Saraswati, S. P., Sunyoto, Kironoto, B. A., & Hadisusanto, S. (2014). Kajian bentuk dan sensitivitas rumus indeks PI, STORET, CCME untuk penentuan status mutu perairan sungai tropis di Indonesia. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(2), 129–142.
- Suprabawati, A., & Sunda, I. K. (2017). Identifikasi sumber pencemaran dan kualitas air sungai di Desa Canggung dan Desa Dalung Kecamatan Kuta Utara Kabupaten Badung. *Jurnal Ilmu Lingkungan. Ecotropic*, 2, 74–77.

Disertasi/Tesis/Paper Kerja:

- Wiwoho, R. (2005). *Model identifikasi daya tampung beban pencemaran sungai dengan QUAL2E*. Disertasi, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Zanatia, K. F., Ningrum, H. A., & Rahmadi, A. (2019). *Pencemaran air di daerah aliran sungai Cimencrang Jawa Barat: Sumber, dampak, dan solusi*. Jurusan Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati, Bandung.

Buku Teks:

- Kartodiharjo, H. (2008). *Analisis kelembagaan pengelolaan daerah aliran sungai: Paradox dan masalah serta upaya peningkatan kinerja*. Sekretariat Tim Pengendali Bantuan Penghijauan dan Reboisasi Pusat, Bogor.
- Kurniawan, B., Hendratmo, A., Safruddin, F. W., Juniarta, J., Wahyudiyanto, & Krismawan, A. (2017). *Buku kajian daya tampung dan alokasi beban pencemaran Sungai Citarum*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Suriawiria, U. (2003). *Mikrobiologi air dan dasar-dasar pengolahan buangan secara biologis*. Bandung: PT. Alumni.

Laporan Instansi/Lembaga/Organisasi/Perusahaan:

Badan Pusat Statistik Kota Denpasar. (2020). *Kecamatan Denpasar Utara dalam angka 2020*. Diakses pada 30 Mei 2023 dari <https://denpasarkota.bps.go.id/publication/2020/09/28/054b338bb51f23d6fdcb372d/kecamatan-denpasar-utara-dalam-angka-2020.html>

Badan Pusat Statistik Kota Denpasar. (2021). *Kecamatan Denpasar Barat dalam angka 2021*. Diakses pada 30 Mei 2023 dari <https://denpasarkota.bps.go.id/publication/2021/09/24/a3cb2100e768ba8014c3e249/kecamatan-denpasar-barat-dalam-angka-2021.html>

Badan Pusat Statistik Kota Denpasar. (2021). *Kecamatan Denpasar Selatan dalam angka 2021*. Diakses pada 30 Mei 2023 dari <https://denpasarkota.bps.go.id/publication/2021/09/24/705caf57a7faece912cdc958/kecamatan-denpasar-selatan-dalam-angka-2021.html>

Kementerian Lingkungan Hidup. (2003). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003: Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.