



Baku mutu kualitas air muara sungai di kawasan Pura Petitenget dan upaya pengendaliannya

PUTU SUANTARA¹, AA. KETUT SUDIANA², I KETUT SUMANTRA^{3*} 

¹ Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kab. Badung

² Fakultas Hukum Universitas Mahasaraswati Denpasar

³ Fakultas Agroteknologi, Universitas Mahasaraswati Denpasar

*Correspondence: ketut.sumantra@unmas.ac.id

Received Date: January 22, 2024

Accepted Date: January 31, 2024

ABSTRACT

The main objective of this research is to analyze the quality standards for the quality of flowing water and river estuaries in the Petitenget Temple Area and efforts to control pollution or reduce the quality standards for flowing and river estuary water in the Petitenget Temple Area. The research was conducted from December 2018 to April 2019 in the river that flows into Petitenget Beach by taking four sampling points. The quality of water quality standards is measured using the water quality standards of Bali Governor Regulation No. 16 of 2016 concerning Environmental Quality Standards and Standard Criteria for Environmental Damage. The results of the research found that the quality of the water quality standards in the Petitenget Temple area had experienced pollution, namely the parameters of turbidity, chemical oxygen demand (COD), biological oxygen demand (BOD5), phosphate (PO4-P), total ammonia (NH3-N), fecal coliform, and total coliform. Efforts that can be made to overcome pollution in Loloan waters and river estuaries in Petitenget are the creation of Waste Management Regulations through the 4R (Reuse, Reduce, Recycle, Replace) pattern, limiting the use of chemical fertilizers and pesticides, creating waste storage and processing (septic tanks), and involving traditional villages (based on traditional villages) as well as environmental law enforcement..

KEYWORDS: beach; environment; pollution; river; water

ABSTRAK

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis baku mutu kualitas air loloan/ muara sungai di Kawasan Pura Petitenget dan upaya pengendalian pencemaran atau penurunan baku mutu kualitas air loloan/ muara sungai di Kawasan Pura Petitenget. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2018 sampai dengan bulan April 2019 di sungai yang bermuara di pantai Petitenget dengan mengambil 4 (empat) titik sampling. Kualitas baku mutu air diukur menggunakan standar baku mutu air Peraturan Gubernur Bali No 16 tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup. Hasil penelitian menemukan kualitas baku mutu air loloan/ muara sungai di Kawasan Pura Petitenget telah mengalami pencemaran, yaitu pada parameter kekeruhan, Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD5), Fosfat (PO4-P), Ammonia Total (NH3-N), Fecal Coliform dan Total Coliform. Upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran pada perairan loloan/ muara sungai di Petitenget adalah pembuatan Peraturan Pengelolaan Sampah Melalui pola 4R (Reuse, Reduce, Recycle, Replace) pembatasan penggunaan pupuk dan pestisida kimia, pembuatan penampungan dan pengolahan limbah (septic tank) dan untuk mengefektifkan implementasi Peraturan di bidang lingkungan disarankan untuk melibatkan desa adat (berbasis desa adat) serta penegakan hukum lingkungan.

KATAKUNCI: air; lingkungan; pantai; pencemaran; sungai

Cite This Article:

Suantara, P., Sudiana, A. A. K., & Sumantra, I. K. (2024). Baku mutu kualitas air muara sungai di kawasan Pura Petitenget dan upaya pengendaliannya. *Bioculture Journal*, 1(2), 68-86. <https://doi.org/10.61511/bioculture.v1i2.2024.413>

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



1. Pendahuluan

Perubahan kondisi kualitas air pada aliran sungai merupakan dampak buangan dari penggunaan lahan yang ada. Perubahan pola pemanfaatan lahan pertanian, tegalan dan permukiman serta meningkatnya aktivitas industri akan memberikan dampak terhadap kondisi hidrologis dalam suatu DAS. Selain itu, berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, dan pertanian akan menghasilkan limbah yang memberi sumbangan pada penurunan kualitas air sungai (Suriawiria. 2003).

Masalah utama yang dihadapi oleh pemanfaatan sumber daya air meliputi kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin menurun. Kegiatan pariwisata, industri, domestik, dan usaha/kegiatan lain berdampak negatif terhadap sumber daya air, antara lain menyebabkan penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air tersebut (Effendi, 2003).

Demikian pula pada muara loloan/sungai di kawasan wisata Pura Petitenget kecamatan Kuta Utara Kabupaten Badung Provinsi Bali, yang merupakan kawasan wisata diduga terjadi penurunan kualitas air sungai atau bahkan telah terjadi pencemaran air. Kondisi ini diindikasikan dari warna air berwarna kecoklatan dan kadang-kadang putih (cloudy) dan berbau tidak sedap hal tersebut kemungkinan disebabkan karena muara sungai tersebut melintasi villa, hotel, restoran, Spa, Laundry dan pemukiman penduduk yang berpontesi mencemari sungai oleh sampah maupun limbah cair yang dihasilkan oleh aktivitas usaha akomodasi pariwisata dan rumah tangga yang terdapat di sekitar loloan/ muara sungai tersebut.

Untuk mencapai tingkat kualitas air Loloan/sungai di Petitenget sesuai Baku Mutu Kualitas Air Berdasarkan Kelas Air yang diatur dalam Peraturan Gubernur Provinsi Bali No. 16 Tahun 2016, tentang baku mutu lingkungan hidup dan kriteria baku mutu kerusakan lingkungan hidup. Dalam rangka menjaga kelestarian fungsi lingkungan khususnya kualitas air loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget, maka perlu dilakukan Pengendalian dan pengujian kualitas air loloan/ muara sungai tersebut. Untuk dapat mengidentifikasi parameter pencemar air loloan/ muara sungai, diperlukan Identifikasi Parameter Kualitas Air loloan/ muara sungai dan upaya pengendalian pencemaran muara loloan / sungai di kawasan Pura Petitenget.

2. Metode

2.1 Variabel penelitian

Penelitian dilakukan untuk menentukan tingkat pencemaran air loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget. Sumber pencemar teridentifikasi di daerah tersebut meliputi hotel, restoran, kegiatan/usaha jasa, niaga, dan pemukiman. Penentuan kualitas air yang diambil di 4 (empat) titik sampling yang bermuara di pantai Petitenget ditentukan dengan uji laboratorium, yang terbagi ke dalam uji parameter fisik kimia dan biologi. Uji parameter fisik terdiri dari suhu, warna, dan bau. Uji parameter organik terdiri dari BOD, COD, Amonia (NH₃), Fosfat (PO₄), Timbal, Besi, TSS, pH, Kekeruhan dan Uji parameter mikrobiologi terdiri dari E. coli dan total coliform.

2.2 Tempat dan waktu penelitian

Lokasi penelitian (tempat pengambilan sampel) air sungai adalah 4 (empat) titik sampel pada sungai yang bermuara di pantai Petitenget. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2018 sampai dengan bulan April 2019

Tabel 1. Lokasi Pengambilan Sampel air di loloan / sungai yang bermuara di Pantai Petitenget

No	Lokasi	Keterangan	Koordinat	
			S	E
1	Hilir	Depan Pol Air	8°40'54.28"S	115° 9'4.13"E
2	Tengah 2	Titik sampling 2 Jembatan Jl Petitenget	8°40'56.04"S	115° 9'10.51"E
3	Tengah 1	Titik sampling 3 Depan Villa Aqua	8°40'51.94"S	115° 9'11.44"E
4	Hulu	Titik sampling 1 Jl Pura Telaga Waja Depan Garden Villa Bali	8°40'50.00"S	115° 9'18.99"E



2.3 Analisa data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data yang diperoleh secara deskriptif untuk mendeskripsikan hasil dari penelitian dilapangan maupun hasil uji laboratorium berupa data dan dibandingkan dengan standar kualitas air yang dikeluarkan oleh pemerintah sesuai Peraturan Gubernur Bali No 16 tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup.

3. Hasil dan Diskusi

Kualitas air muara sungai yang digunakan untuk aktivitas pariwisata secara ideal harus memenuhi standar, baik secara fisik, kimia, dan biologi. Nilai kualitas air loloan/ muara sungai yang melampaui ambang batas maksimum untuk peruntukannya akan digolongkan sebagai perairan tercemar, sesuai Pergub. Bali No. 16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Kualitas Air Berdasarkan Kelas II. Mengingat Kawasan loloan/sungai Petitenget masuk di dalam kawasan wisata Petitenget sebagai penunjang sarana/prasarana rekreasi air di area pantai Petitenget.

Tabel 2. Baku Mutu Kualitas Air Berdasarkan Kelas Sesuai Lampiran Pergub. Bali No. 16 Tahun 2016

		Baku mutu ¹⁾			
Parameter	Satuan	kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
Fisika					
1. Zat padat Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400
2. Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5
3. Kekeruhan	NTU	-	-	-	-
Kimia Anorganik					
1.pH	-	6-9	6-9	6-9	5-9
2.Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	1
3.COD	mg/L	10	25	50	100
4.BOD ₅	mg/L	2	3	6	12
5.Besi (Fe)	mg/L	0,3	-	-	-
6.Fosfat (PO ₄ -P)	mg/L	0.2	0.2	1	5

7.Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1
8.Amonia(NH3-N)	mg/L	0,5	-	-	-
Mikrobiologi					
1.Fecal Coliform	Jml/100ml	100	1000	2000	2000
2.Total Coliform	Jml/100ml	1000	5000	10000	10000

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kualitas Air Loloan/ Muara Sungai di Kawasan Pura Petitenget Kerobokan Badung

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran & Rata-rata ²⁾				Hasil Pengukuran & Rata-rata ²⁾				Hasil Pengukuran & Rata-rata ²⁾				Hasil Pengukuran & Rata-rata ²⁾			
		Titik Sampling Hilir			Rata-rata Hilir	Titik Sampling Tengah II			Rata-rata Tengah II	Titik Sampling Tengah I			Rata-rata Tengah I	Titik Sampling Hulu			Rata-rata Hulu
		ke-1	ke-2	ke-3		ke-1	ke-2	ke-3		ke-1	ke-2	ke-3		ke-1	ke-2	ke-3	
Fisika																	
1. Zat padat Tersuspensi	mg/L	10	11	12	11,00	9	10	11	10,00	8	9	18	11,67	7	8	9	8,00
2. Temperatur	°C	28	29	29	28,67	27	28	27,5	27,50	27	28	27	27,33	27	28	27	27,33
3. Kekeruhan	NTU	10,2	10,6	10,8	10,53	9,2	10,4	10,6	10,07	10,3	10,6	11,4	10,77	11,0	12,0	12,5	11,83
Kimia Anorganik																	
1. pH	-	7,2	7,3	7,3	7,27	6,8	7,1	7,2	7,03	6,8	7,0	7,1	6,97	6,2	6,5	6,8	6,50
2. Oksigen terlarut (DO)	mg/L	5,44	5,62	5,84	5,63	6,42	6,44	6,58	6,48	6,85	6,47	6,49	6,60	6,03	6,21	6,25	6,16
3. COD	mg/L	54,59	56,49	58,77	56,62	56,93	59,38	61,50	59,27	30,55	26,27	28,64	28,49	22,68	31,78	31,51	28,66
4. BOD ₅	mg/L	23,69	24,56	26,55	24,93	24,75	25,82	26,74	25,77	14,675	11,42	12,45	12,85	13,692	13,82	13,70	13,74
5. Besi (Fe)	mg/L	0,23	0,24	0,22	0,23	0,22	0,21	0,23	0,22	0,078	0,08	0,87	0,34	0,045	0,05	0,04	0,05
6. Fosfat (PO ₄ - P)	mg/L	0,65	0,68	0,64	0,66	0,24	0,20	0,26	0,23	0,42	0,53	0,56	0,50	0,361	0,38	0,31	0,35
7. Timbal	mg/L	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi
8. Amonia (NH ₃ -N)	mg/L	1,25	1,30	1,35	1,30	0,84	0,93	0,96	0,91	0,62	0,60	0,66	0,63	0,45	0,48	0,51	0,48
Mikrobiologi																	
1. Fecal Coliform	Jml/100ml	1100	1200	1700	1333	8000	1100	1700	3600	6000	7000	8000	7000	600	5000	4400	3333
2. Total Coliform	Jml/100ml	17000	21000	22000	20000	14000	17000	22000	17667	11000	9000	11000	10333	4900	8000	7600	6833

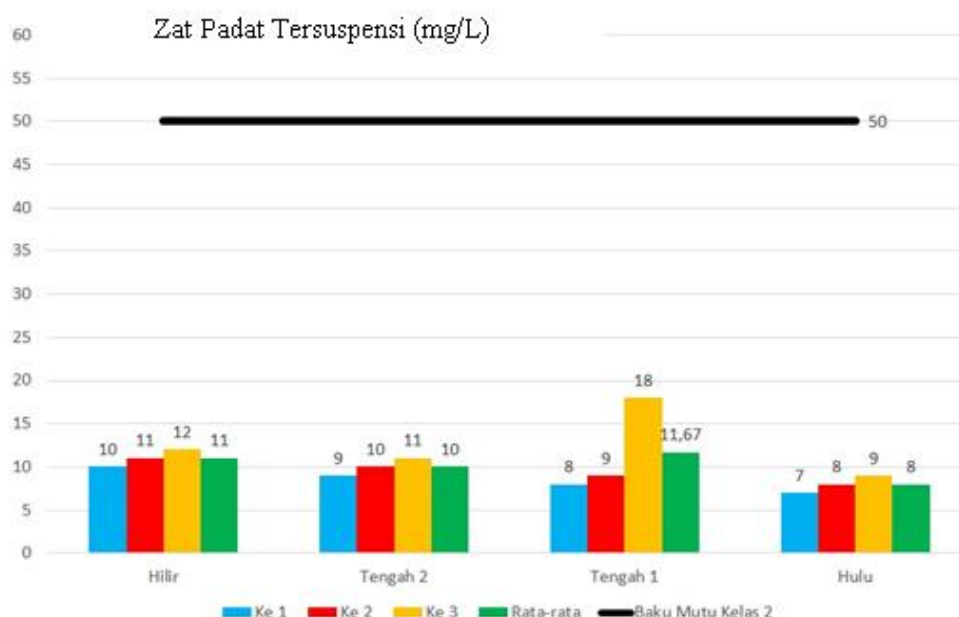
3.1. Zat padat tersuspensi

Hasil pengukuran kandungan zat padat terlarut di loloan/ muara sungai Petitenget berkisar antara 7 – 18 mg/L dengan rerata 11 mg/L pada titik sampling hilir, 10 mg/L pada titik sampling tengah II, 11,67 mg/L pada titik sampling tengah I, 8 mg/L pada titik sampling hulu. Kandungan rerata zat padat tersuspensi sesuai untuk peruntukan rekreasi air sesuai kelas II baku mutu kualitas air sebesar 50 mg/L memenuhi baku mutu yang ditentukan

Rerata zat padat tersuspensi dari 4 (empat) titik sampel yang tertinggi adalah di titik sampling tengah I sebesar 11,67 mg/L sedangkan yang terendah berada di titik sampling Hulu sebesar 8 mg/L. zat padat tersuspensi di loloan/ muara sungai Petitenget tidak melampaui ambang batas baku mutu air kelas II.

Zat padat terlarut merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan. Penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung efektif akibat terhalang oleh zat padat tersuspensi, sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna. Sebaran zat padat tersuspensi di sungai antara lain dipengaruhi oleh masukan yang berasal dari darat ataupun dari udara dan perpindahan karena resuspensi endapan akibat pengikisan (Permana, E. Triyati, A. Nontji, 1990). Beberapa sumber dan komposisi beberapa partikulat pencemar yang umum berada di suatu perairan antara lain erosi tanah, lumpur merah dari pabrik aluminium oksida, padatan dari pencucian batubara, lubang tanah liat, kegiatan penimbunan sisa pengerukan, penyulingan pasir-pasir mineral, dan pabrik pencucian, kerikil dan kegiatan-kegiatan lainnya (Connell, G. J. Miller, 1995). Pengaruh padatan terlarut sangat beragam, tergantung pada sifat kimia alamiah bahan terlarut tersebut, khususnya bahan toksik. Pengaruh pada hewan yang tidak bertulang belakang yang lebih kecil mati dan hewan tidak bertulang belakang besar yang mempunyai insang akan mengalami penyumbatan pada alat penglihatan dan permukaan tubuh lainnya. Telur makhluk hidup air yang terdapat pada sedimen juga akan mati. Pengaruh yang berbahaya pada ikan, zooplankton, dan makhluk hidup lainnya pada prinsipnya adalah penyumbatan insang oleh partikel. Menurut Connell, G. J. Miller, (1995).

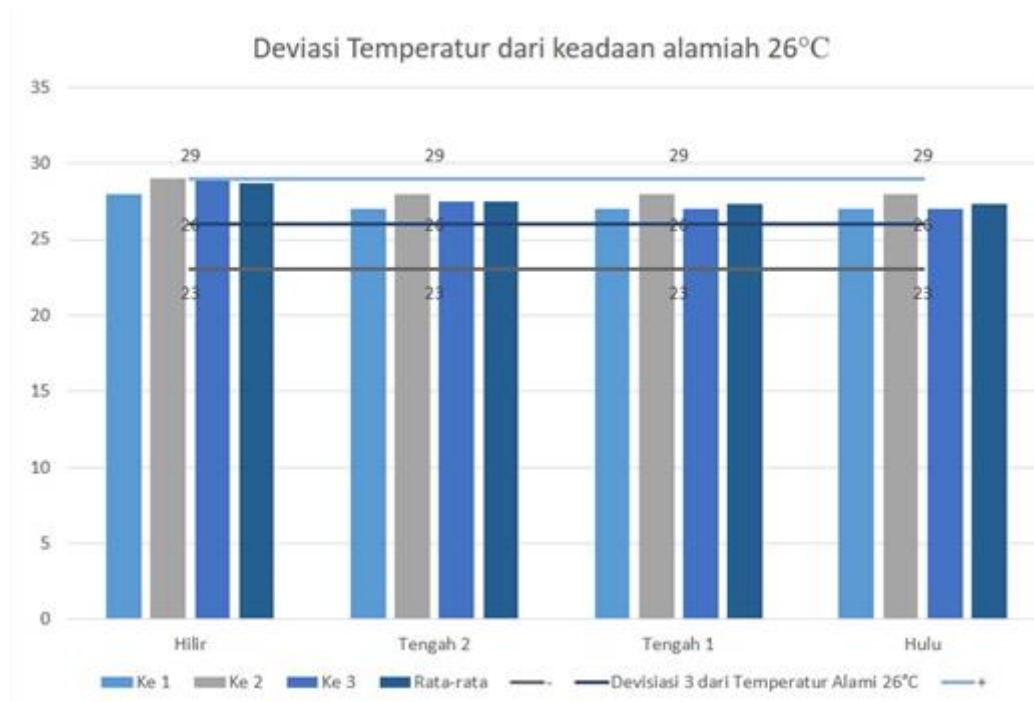
Grafik 1. Zat padat terlaurt pada loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget



3.2. Temperatur

Suhu air di loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget berkisar antara 27°C - 29°C dimana rata-rata suhu terendah terdapat pada titik sampling hulu dan tengah I sebesar 27,33°C sedangkan rata-rata suhu tertinggi terdapat pada titik sampling hilir sebesar 28,67°C. Deviasi 3 dari Temperatur keadaan alamiah 26°C.

Grafik 2. Temperatur Air pada loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget



Suhu perairan merupakan salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di perairan. Suhu merupakan salah satu faktor eksternal yang paling mudah untuk diteliti dan ditentukan. Aktivitas metabolisme serta penyebaran organisme air banyak dipengaruhi oleh suhu air (Nontji, 2005). Suhu juga sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air, suhu pada badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman air. Suhu perairan berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Effendi, 2003). Kenaikan suhu dapat menyebabkan stratifikasi atau pelapisan air, stratifikasi air ini dapat berpengaruh terhadap pengadukan air dan diperlukan dalam rangka penyebaran oksigen sehingga dengan adanya pelapisan air tersebut di lapisan dasar tidak menjadi anaerob. Perubahan suhu permukaan dapat berpengaruh terhadap proses fisik, kimia dan biologi di perairan tersebut (Kusumaningtyas et al., 2014).

Keadaan suhu perairan yang diperoleh cenderung relatif sama antar titik sampling pengamatan dengan rerata 27,7°C. Pada umumnya suhu permukaan perairan adalah berkisar antara 28 – 31°C (Nontji, 2005). Kisaran suhu hasil pengukuran masih di bawah ambang batas yaitu 27°C - 29°C.

3.3. Kekeruhan

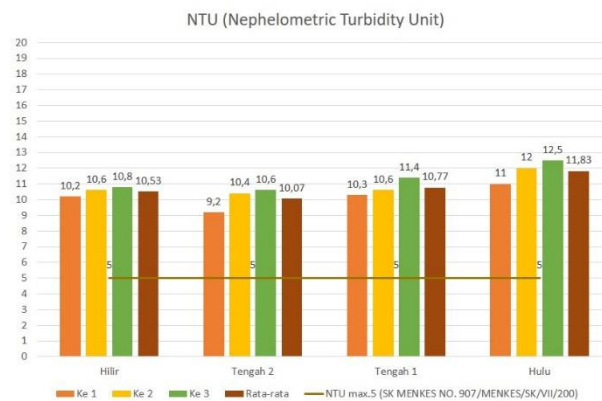
Tingkat kekeruhan air sungai terkait dengan nilai TDS (Total Dissolved Solid). Nilai TDS yang tinggi menyatakan bahwa sedimen yang terlarut dan tingkat kekeruhan air yang tinggi.

Tingkat kekeruhan di lokasi penelitian menunjukkan nilai antara 9,2 NTU – 12,5 NTU, dengan rerata pada lokasi sampling hilir sebesar 10,53 NTU, titik sampling tengah II sebesar 10,07 NTU, titik sampling tengah I sebesar 10,77 NTU, dan titik sampling hulu sebesar 11,83 NTU. Nilai ini cukup tinggi jika dibandingkan dengan kadar maksimal angka kekeruhan yang diperbolehkan adalah 5 NTU Sesuai dengan SK MENKES NO. 907/MENKES/SK/VII/2002. Hal ini menunjukkan air sudah dalam keadaan tercemar.

Air di loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget berwarna agak hitam kecoklatan diakibatkan oleh efek warna dari dasar saluran yang berwarna hitam kecoklatan akibat sedimentasi dan endapan polutan.

Grafik.3 Kekeruhan Air loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget

3. Kekeruhan

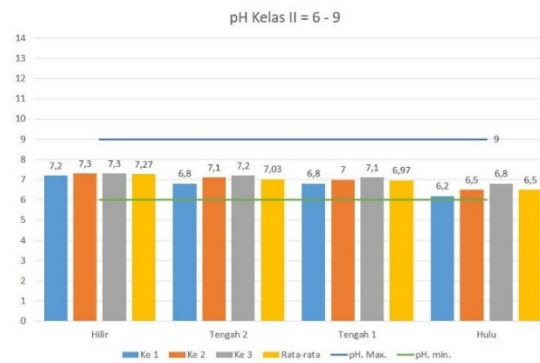


3.4. pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman (pH) merupakan logaritma negatif dari konsentrasi ion -ion hidrogen yang terlepas dalam suatu cairan dan merupakan indikator baik buruknya suatu perairan. pH suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang cukup penting dalam memantau kestabilan perairan (Simanjuntak, 2009). Variasi nilai pH perairan sangat mempengaruhi biota di suatu perairan. Selain itu, tingginya nilai pH sangat menentukan dominasi fitoplankton yang mempengaruhi tingkat produktivitas primer suatu perairan dimana keberadaan fitoplankton didukung oleh ketersediaannya nutrisi di perairan laut (Megawati et al., 2014).

Hasil pengukuran pH perairan muara sungai Petitenget dapat dilihat pada Gambar 5.4, yaitu hampir merata berkisar antara 6,2 – 7,3 dengan rerata pada titik sampling hilir sebesar 7,27, titik sampling tengah II sebesar 7,03, titik sampling tengah I sebesar 6,97, dan titik sampling hulu sebesar 6,50. Hal ini berarti pH air di muara sungai Petitenget di semua titik sampling memenuhi baku mutu pH air kelas II sebesar 6 – 9.

4. pH



Grafik 4. pH air loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget

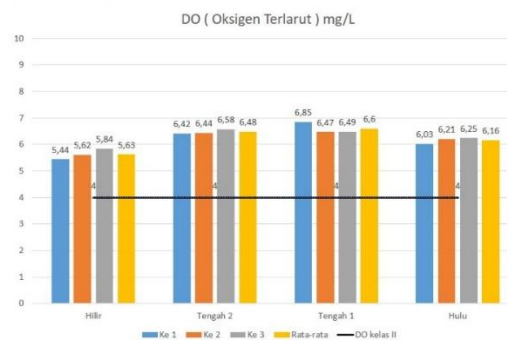
3.5. Dissolved oxygen (DO)

Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen/DO) adalah total jumlah oksigen yang ada (terlarut) di air. DO dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Umumnya oksigen dijumpai pada lapisan permukaan karena oksigen dari udara di dekatnya dapat secara langsung larut berdifusi ke dalam air laut (Hutabarat dan Evans, 1985). Kebutuhan organisme terhadap oksigen terlarut relatif bervariasi tergantung pada jenis, stadium dan aktifitasnya (Gemilang et al., 2017).

Hasil pengukuran DO pada muara sungai Petitenget relatif bervariasi berkisar antara 5,44 – 6,85 mg/L dengan rerata pada titik sampling hilir sebesar 5,63 mg/L, titik sampling tengah II sebesar 6,48 mg/L, titik sampling tengah I sebesar 6,60 mg/L, dan titik sampling 6,16 mg/L. Pada setiap pengambilan data, nilai DO yang diperoleh menandakan perairan dalam kondisi sangat baik, dan masih memenuhi standar baku mutu air sesuai Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016, dengan nilai DO >5 mg/l, sehingga konsentrasi DO di perairan muara sungai Petitenget tergolong masih sesuai untuk biota air.

Grafik 5. DO air loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget

5. DO (Oksigen Terlarut)



3.6. Chemical oxygen demand (COD)

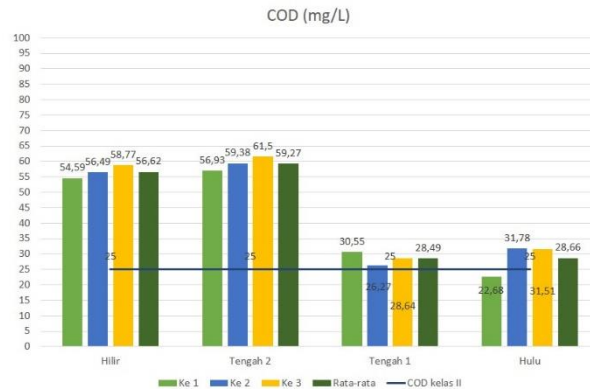
Hasil pengujian sampel air di loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget yaitu berkisar antara 22,68 – 61,50 mg/L dengan rerata pada titik sampling hilir sebesar 56,62 mg/L, titik sampling tengah II sebesar 59,27 mg/L, titik sampling tengah I sebesar 28,49 mg/L, dan titik sampling hulu sebesar 28,66 mg/L. Nilai COD sangat tinggi dibagian

hilir. Hasil tersebut menunjukkan nilai COD sangat tinggi melampaui baku mutu air kelas II sebesar 25 mg/L.

Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi senyawa organik dan anorganik yang bisa teroksidasi dalam air secara kimia.

Grafik 6. COD air loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget

6. COD (Chemical Oxygen Demand)

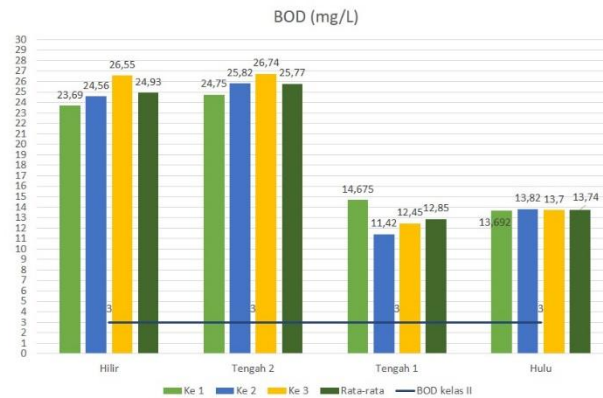


Kandungan COD yang berlebihan pada suatu perairan sama halnya dengan kandungan BOD yaitu akan berpengaruh terhadap menurunnya kandungan oksigen terlarut (DO) dan pH, sehingga akan berpengaruh pada menurunnya kualitas perairan. Akibat lebih lanjut adalah produktifitas sumberdaya perairan juga ikut menurun.

3.7. Biochemical oxygen demand (BOD5)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. BOD adalah angka indeks untuk tolak ukur pencemar dari limbah yang berada dalam suatu perairan. Makin besar konsentrasi BOD suatu perairan, menunjukkan konsentrasi bahan organik di dalam air juga tinggi (Yudo, 2010).

Hasil pengukuran BOD5 di empat titik samping pada muara sungai Petitenget cukup bervariasi antara 11,42 – 26,74 mg/L dengan rerata pada titik sampling hilir sebesar 24,93 mg/L, titik sampling tengah II sebesar 25,77 mg/L, titik sampling I sebesar 12,85 mg/L, dan titik sampling hulu sebesar 13,74 mg/L.

Grafik 7. BOD₅ Air loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitenget.**7. BOD (Biological Oxygen Demand)**

Seluruh nilai BOD₅ pada titik sampling melampaui dan bahkan di bagian hilir melampaui sangat tinggi sesuai standar maksimum BOD₅ yang dianjurkan untuk Baku mutu air Kelas II sebesar 3 mg/L sesuai Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016.

Semua titik sampling tersebut tergolong pencemaran tinggi, hal ini sesuai pendapat Salmin, (2005) Tingkat pencemaran rendah jika nilai BOD₅ 0 – 10 mg/l, sedangkan tingkat pencemaran sedang jika nilai BOD₅ 10 – 20 mg/l dan tinggi BOD₅ > 20mg/l .

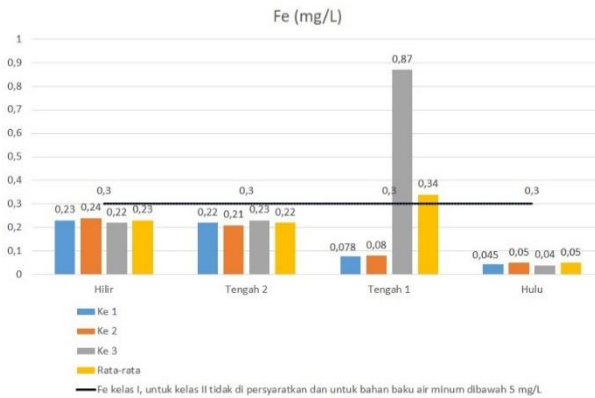
3.8. Logam berat besi (Fe)

Logam Fe merupakan logam essensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebih dapat menimbulkan efek racun. Tingginya kandungan logam Fe akan berdampak terhadap kesehatan manusia diantaranya bisa menyebabkan keracunan (muntah), kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, insomnia (Parulian, 2009).

Kandungan logam berat Fe pada empat titik sampling di muara sungai Petitenget masih menunjukkan dibawah baku mutu air, yaitu berkisar antara . 0,04 – 0,87 mg/L dengan rerata pada titik sampling hilir sebesar 0,23 mg/L, titik sampling tengah II sebesar 0,22 mg/L, titik sampling I sebesar 0,34 mg/L, dan titik sampling hulu sebesar 0,05 mg/L. Hal ini disebabkan logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan mengalami pengenceran akibat pengaruh pasang surut dan absorpsi oleh organisme perairan. Sesuai Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016 kandungan Fe untuk baku mutu air kelas II tidak dipersyaratkan, namun jika diperuntukan bagi pengolahan air minum secara konvensional Fe ≤ 5 mg/L < 5 mg/l. Gambar 5.8 Kandungan Fe pada air loloan/ muara sungai Petitenget

Grafik 8. Kandungan Fe pada air loloan / muara sungai Petitenget

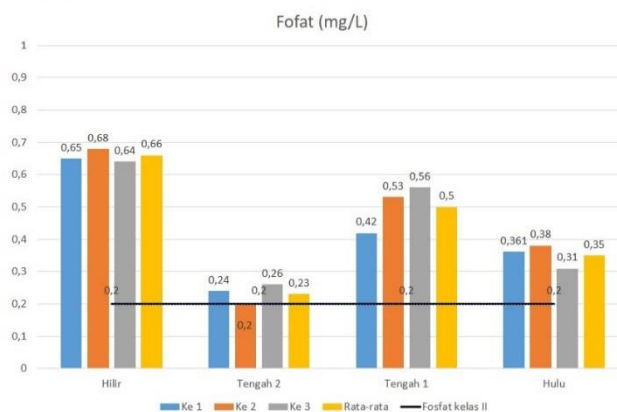
8. Besi (Fe)

3.9. Fosfat (PO₄-P)

Fosfat (PO₄-P) merupakan salah satu unsur esensial bagi metabolisme dan pembentukan protein. Fosfat yang merupakan salah satu senyawa nutrisi yang sangat penting di laut. Di perairan laut, fosfat berada dalam bentuk anorganik dan organik terlarut serta partikulat fosfat (Moriber, 1974 dalam Affan, 2010). Fosfat merupakan zat hara yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton dan organisme laut lainnya dalam menentukan kesuburan perairan, kondisinya tidak stabil karena mudah mengalami proses pengikisan, pelapukan dan pengenceran. Distribusi fosfat dari daerah lepas pantai ke daerah pantai menunjukkan konsentrasi yang semakin tinggi menuju ke arah pantai. Thomas (1955) dalam Kadim et al. (2017), fosfor menjadi faktor pembatas yang sangat penting di perairan produktif dan tidak produktif, fosfor memainkan peranan penting dalam determinasi jumlah fitoplankton.

Berdasarkan hasil analisis, konsentrasi kandungan fosfat pada empat titik sampling di muara Sungai Petitenget berkisar 0,20 – 0,68 mg/L dengan rerata pada titik sampling hilir sebesar 0,66 mg/L, titik sampling tengah II sebesar 0,23 mg/L, titik sampling I sebesar 0,50 mg/L, dan titik sampling hulu sebesar 0,35 mg/L (Gambar 5.9).

Grafik 9. Kandungan Fosfat pada air loloan / muara sungai Petitenget

9. Fosfat (PO₄ - P)

Pencemaran fosfat disebabkan oleh aktivitas pertanian dan pertambangan, yaitu akibat penggunaan pupuk kimia dan pestisida. Konsentrasi paling rendah di daerah tengah yaitu di lokasi titik sampling tengah II.

Nilai tersebut menandakan bahwa kandungan fosfat di perairan muara sungai Petitenget telah melebihi standar baku mutu air kelas II yaitu sebesar 0,2 mg/L, sebagaimana Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016. Kondisi tersebut dapat berbahaya bagi biota air yang hidup dalam perairan muara sungai Petitenget dan bisa menyebabkan eutrofikasi. Menurut Anhwange (2012) bahwa tingkat maksimum fosfat yang disarankan untuk sungai dan perairan yang telah dilaporkan adalah 0,1 mg/l. Perairan yang nilai fosfatnya lebih dari 0.1 mg/l sebagai perairan eutrof, dimana perairan ini sering terjadi blooming fitoplankton.

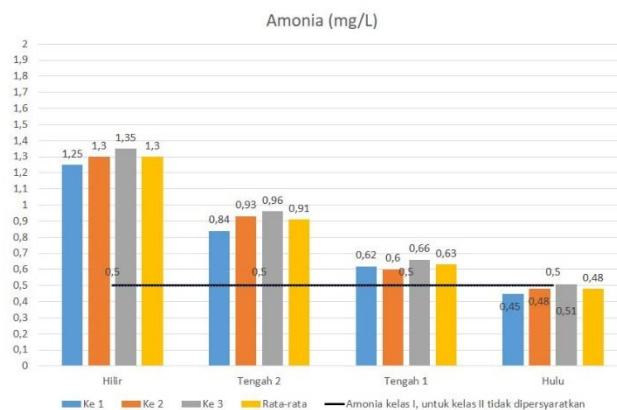
3.10. Ammonia total (NH₃-N)

Salah satu bahan kimia yang umum terkandung dalam limbah adalah ammonia (NH₃) (Bonnin et al., 2008). Kadar ammonia dalam air sangat bervariasi dan dapat berubah secara cepat. Ammonia dapat bersifat toksik bagi biota jika kadarnya melebihi ambang batas maksimum.

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi ammonia total di perairan muara sungai Petitenget berkisar 0,45 – 1,35 mg/L dengan rerata pada titik sampling hilir sebesar 1,30 mg/L, titik sampling tengah II sebesar 0,91 mg/L, titik sampling I sebesar 0,63 mg/L, dan titik sampling hulu sebesar 0,48 mg/L.

Grafik 10. Kandungan Amonia pada air loloan / muara sungai Petitenget

10 . Amonia (NH₃-N)



Berdasarkan standar baku mutu ammonia sesuai baku mutu air kelas II Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016 tidak disyaratkan, maka konsentrasi ammonia total di perairan muara sungai Petitenget masih berada di bawah standar baku mutu ammonia. Jika diperuntukkan Bagi perikanan, kandungan Amonia bebas untuk ikan yang peka $\leq 0,02$ mg/L sebagai NH₃. Sebagaimana diketahui bahwa ammonia merupakan salah satu parameter pencemaran organik di perairan, jika konsentrasi ammonia di perairan terdapat dalam jumlah yang terlalu tinggi dapat diduga adanya pencemaran (Alarest dan Sartika (1987) dalam Widiadmoko (2013). Hal ini berarti terjadi pencemaran ammonia di perairan muara sungai Petitenget.

3.11 Fecal coliform dan total coliform

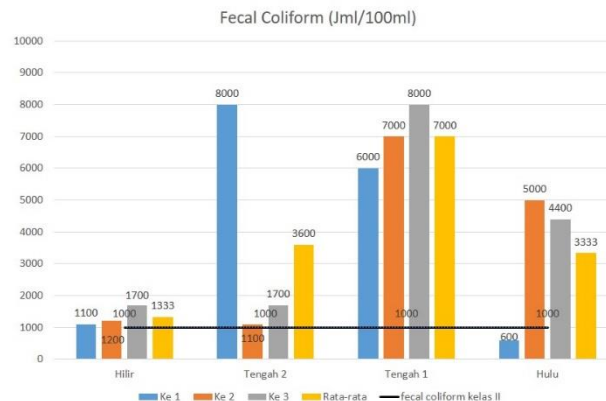
Bakteri coliform lazim digunakan sebagai indikator, di manabakteri ini dapat menjadi sinyal untuk menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak. Bakteri Coliform ini menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker. Selain itu, bakteri pembusuk ini juga memproduksi bermacam-macam racun seperti indol dan skatol yang dapat menimbulkan penyakit bila jumlahnya berlebih di dalam tubuh (Pracoyo, 2006).

Beberapa patogen yang telah dikenal sejak beberapa dekade lalu adalah giardia lamblia (giardiasis), cryptosporidium (cryptosporidiosis), hepatitis A (penyakit terkait hati), dan helminthes (cacing parasit). Bakteri Coliform dapat digunakan sebagai indikator karena densitasnya berbanding lurus dengan tingkat pencemaran air. Bakteri ini dapat mendeteksi patogen pada air seperti virus, protozoa, dan parasit. Selain itu, bakteri ini juga memiliki daya tahan yang lebih tinggi daripada patogen serta lebih mudah diisolasi dan ditumbuhkan (Doyle, 2006).

Berdasarkan hasil analisis fecal coliform di perairan muara sungai Petitenget diperoleh kisaran 600 – 8000 jml/100 ml dengan rerata pada titik sampling hilir sebesar 1333 jml/100 ml, titik sampling tengah II sebesar 3600 jml/100 ml, titik sampling tengah I sebesar 7000 jml/100 ml, dan titik sampling hulu sebesar 3333 jml/100 ml. Berada di atas ambang batas mutu baku air sungai sesuai Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016 yaitu 2000 jml/100 ml. Bakteri fecal coliform atau E. coli yang mencemari air memiliki risiko yang langsung dapat dirasakan oleh manusia yang mengonsumsinya. Kondisi seperti ini mengharuskan pemerintah bertindak melalui penyuluhan kesehatan, investigasi, dan memberikan solusi untuk mencegah penyebaran penyakit yang ditularkan melalui air.

Grafik 11. Kandungan Fecal Coliform pada air loloan / muara sungai Petitenget

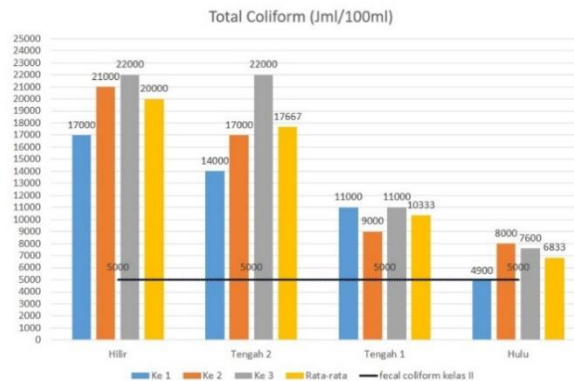
11. Fecal Coliform



Selanjutnya hasil analisis total coliform di perairan muara sungai Petitenget diperoleh kisaran 4900 – 22000 jml/100 ml dengan rerata pada titik sampling hilir sebesar 20000 jml/100 ml, titik sampling tengah II sebesar 17667 jml/100 ml, titik sampling tengah I sebesar 10333 jml/100 ml, dan titik sampling hulu sebesar 6833 jml/100 ml,

Grafik 12. Kandungan Total Coliform pada air loloan/ muara sungai Petitengenget

12. Total Coliform



Hal ini berarti perairan muara sungai Petitengenget telah tercemar dengan bakteri fecal coliform dan total coliform, peran masyarakat dan pemerintah sangat penting untuk mencegah penyebaran kedua sumber pencemaran tersebut di kawasan wisata Desa Petitengenget.

Hal ini berarti perairan muara sungai Petitengenget telah tercemar dengan bakteri fecal coliform dan total coliform, peran masyarakat dan pemerintah sangat penting untuk mencegah penyebaran kedua sumber pencemaran tersebut di kawasan wisata Desa Petitengenget.

3.12 Pengamatan lapangan

Kawasan loloan/ muara sungai di kawasan Pura Petitengenget sebagian besar terdapat usaha kegiatan akomodasi pariwisata terutama didominasi oleh restoran dan villa. Selain itu juga terdapat hotel, SPA, dan warung. Saluran sungai dibelakang Pura Petitengenget tertutup secara penuh oleh lantai kayu sepanjang ± 150 meter yang berada diantara titik sampling tengah II dan titik sampling tengah I. Sesuai data yang diperoleh dari DLHK Kabupaten Badung telah melakukan pengawasan terhadap usaha/ kegiatan yang berada disepanjang loloan/ muara sungai Petitengenget dan telah memberikan sanksi teguran tertulis kepada 7 (tujuh) unit villa, 7 (tujuh) unit restoran dan 3 (tiga) unit hotel yang dinyatakan tidak melakukan pengelolaan limbah sesuai ketentuan berlaku yang berpotensi baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari loloan/sungai Petitengenget.

3.13. Upaya pengendalian pencemaran air muara sungai petitengenget

1. Membuat Peraturan pengelolaan sampah rumah tangga dan sejenis sampah rumah tangga dengan pola 4R (Reduse, Reuse, Recycle dan Replace), karena banyaknya sampah yang dibuang dan bermuara di loloan/muara sungai Petitengenget.
2. Pembatasan Penggunaan Pupuk dan Pestisida kimia dan beralih menggunakan pupuk organik dan pestisida ramah lingkungan. Karena di bagian hulu dari loloan Petitengenget masih terdapat area pertanian yang diduga sebagai penyumbang fosfat karena penggunaan pupuk dan pestisida kimia.
3. Pembutan penampungan dan pengolahan limbah (septic tank) karena banyaknya limbah rumah tangga bahkan limbah dari toilet yang dibuang langsung ke loloan/ muara sungai Petitengenget.
4. Penegakan Hukum Lingkungan, melalui pembinaa, pengawasan dan penindakan atas ijin lingkungan yang dimiliki oleh usaha dan/atau kegiatan yang berada di kawasan Petitengenget dan daerah hulu yang juga berpotensi sebagai penyumbang bahan pencemar yang masuk ke dalam saluran sungai/loloan Pura Petitengenget. Perlu dilakukan

pendataan lebih lanjut dan mewajibkan untuk memenuhi persyaratan ijin lingkungan bagi usaha dan/atau kegiatan yang belum memiliki Amdal / UKL-UPL/SPPL.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kualitas baku mutu perairan loloan/ muara sungai di kawasan pura Petitenget telah mengalami pencemaran, yaitu pada parameter: kekeruhan, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biological Oxygen Demand (BOD₅)*, Fosfat (*PO₄-P*), *Ammonia Total (NH₃-N)*, *Fecal Coliform* dan *Total Coliform*
2. Upaya yang dapat dilakukan untuk pengendalian pencemaran pada loloan / muara sungai di Petitenget adalah :

1. **Pencegahan :**

- a. Membuat Peraturan pengelolaan sampah rumah tangga dan sejenis sampah rumah tangga dengan pola 4R (*Reduse, Reuse, Recycle dan Replace*).
- b. Perlunya optimalisasi Sosialisasi Peraturan Daerah Kabupaten Badung Nomor 7 tahun 2013 tentang Pengelolaan Sampah dan Nomor 23 tahun 2013 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
- c. Pembatasan Penggunaan Pupuk dan Pestisida kimia dan beralih menggunakan pupuk organik dan pestisida ramah lingkungan.
- d. Pembinaan dan pengawasan kepada masyarakat dan pelaku usaha tentang penataan Izin Lingkungan dan perilaku peduli lingkungan
- e. Melarang Pembuangan limbah dan sampah ke media sungai yang bermuara di loloan Petitenget dari hulu hingga hilir.

2. **Penanggulangan :**

- a. Pembuatan penampungan dan pengolahan limbah (septic tank) bagi masyarakat dan pelaku usaha.
- b. Penegakan hukum di bidang lingkungan hidup melalui penindakan pemberian sanksi bagi masyarakat berupa tindak pidana ringan.
- c. Memberikan sanksi bagi pelaku usaha yang melakukan pelanggaran hukum di bidang lingkungan hidup, berupa teguran tertulis, paksaan pemerintah, pembekuan izin sampai dengan pencabutan izin.
- d. Pembersihan sungai dari sampah serta pemasangan jaring atau Trash Trap sebagai penangkap sampah. Saat ini telah dilakukan normalisasi dan pembersihan sungai berupa pembuatan senderan dan pengerukan sedimentasi di sepanjang saluran Loloan/Muara Sungai Petitenget.
- e. Melakukan penutupan terhadap saluran-saluran air buangan yang bermuara ke Loloan/Muara Sungai Petitenget.

3. **Pemulihan :**

- a. Dapat dilakukan Aerasi melalui beberapa metoda seperti Nano Bubble, terjunan air atau air mancur, agar kandungan Oksigen di air meningkat sehingga proses kimia dan biologi di air menjadi lebih optimal.
- b. Dapat juga ditambah dengan tanaman air yang dapat menyerap polutan dan membantu meningkatkan kualitas air seperti eceng gondok, ilalang air, bambu air atau tanaman ekor kucing atau tanaman jenis lainnya yang sesuai di beberapa titik sehingga menambah estetika menjadi lebih indah. Penambahan tanaman air perlu pemeliharaan dan control agar tidak tumbuh secara liar yang akhirnya berdampak negatif menurunkan kualitas air dan merusak estetika.

Saran :

Berdasarkan hasil kesimpulan dapat disarankan sebagai berikut :

A. Kepada masyarakat dan pelaku usaha :

1. Tidak membuang limbah ke media sungai dengan membuat pengolahan limbah di masing-masing unit atau dengan memanfaatkan IPAL komunal DSDP.
2. Mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida kimia, mengganti dengan menggunakan pupuk organik dan pestisida hayati.

B. Kepada Pemerintah Kabupaten Badung :

1. Mengefektifkan implementasi Peraturan tentang pengelolaan sampah dan limbah, disarankan untuk melibatkan Desa Adat (berbasis Desa Adat). Bersinergi antar perangkat daerah terkait sesuai kewenangannya.
2. Memberikan subsidi pupuk organik kepada petani serta diawasi dan dikontrol oleh instansi yang membidangi bekerjasama dengan pengurus Subak.

Pendataan lebih lanjut dan mewajibkan usaha dan/atau kegiatan yang belum memiliki Amdal / UKL-UPL/SPPL untuk memenuhi persyaratan izin lingkungan serta melaksanakan pembinaan, pengawasan dan penindakan

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim IASSSF karena telah membantu dan mendukung dalam penulisan artikel penelitian ini.

Kontribusi Penulis

Semua penulis berkontribusi penuh atas semua penulisan artikel ini.

Pendanaan:

Penelitian ini tidak menerima data eksternal

Pernyataan Dewan Kaji Etik:

Kajian etik tidak berlaku

Pernyataan Persetujuan Atas Dasar Informasi:

Persetujuan tertulis telah diperoleh dari partisipan untuk mempublikasikan makalah ini

Pernyataan Ketersediaan Data:

Data tersedia berdasarkan permintaan

Konflik Kepentingan:

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

Daftar Pustaka

- Alaerts, G., & Santika, S. S. (1987). Metoda penelitian air. *Surabaya: Usaha Nasional*, 309.
<https://irigasi.info/wp-content/uploads/2020/09/Metoda-Penelitian-Air.pdf>
- Effendi, H. (2003). Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan.
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=_b1g8nkAAAAJ&citation_for_view=_b1g8nkAAAAJ:qOuBw5dMOAkC

- Fatmawati, R., Masrevaniah, A., & Solichin, M. (2012). Kajian Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Ngrowodengan Menggunakan Paket Program Qual2kw. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 3(2), 122-131. <https://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/157>
- Kadyonggo, E. (2013). Permodelan Perubahan Oksigen Terlarut di Saluran Terbuka Akibat Beban Pencemar Kebutuhan Oksigen Biologis (COD) Dengan Software Qual2Kw (Studi Kasus Kanal Tarum Barat). *Depok: Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Indonesia*. <https://dokumen.tips/documents/seminar-enggar-kadyonggo-2-april-fixpdf.html>
- Knox, G. R. (1986). *Estuarine ecosystems: a systems approach*. Press. Inc. Boca Raton. Florida. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000795780861568>
- Kristianto, P. (2002). *Ekologi Industri*. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- Miller, G. T. Jr., (1975). *Living in the Environment; Concepts, Problems, and Alternatives*, Wadsworth Publishing & Co.,Belmont. <https://irigasi.info/wp-content/uploads/2021/04/LIVING-IN-THE-ENVIRONMENT.pdf>
- Nurmayanti. (2002). *Kontribusi Limbah domestik terhadap Kualitas Air*. Program Pasca Sarjana Universitas Gajahmada. Yogyakarta. <https://core.ac.uk/download/pdf/11715226.pdf>
- Menteri Negara Lingkungan Hidup 2003. (2003). *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air*. <https://www.regulasip.id/book/10013/read>
- Odum, E. P. (1996). *Dasar-Dasar Ekologi*. Terjemahan Samigan dan B. Srigadi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 1991. (1991). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 1991 tentang Sungai*. <https://www.bphn.go.id/data/documents/91pp035.pdf>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 2001. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/53103/pp-no-82-tahun-2001>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 2011. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/53103/pp-no-82-tahun-2001>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum 1993. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 63 Tahun 1993 tentang Garis Sempadan dan Sungai, Daerah Manfaat Sungai, Daerah Penguasaan Sungai dan Bekas Sungai*. <https://www.regulasip.id/book/4462/read>
- Peraturan Daerah Kabupaten Badung 2013. *Peraturan Daerah Kabupaten Badung Nomor 7 tahun 2013 tentang Pengelolaan Sampah*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/26950/perda-kab-badung-no-7-tahun-2013>
- Peraturan Daerah Kabupaten Badung 2013. (2013). *Peraturan Daerah Kabupaten Badung Nomor 23 tahun 2013 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/27278/perda-kab-badung-no-23-tahun-2013>
- Peraturan Gubernur Bali 2016. (2016). *Peraturan Gubernur Bali No 16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup*. <https://jdih.baliprov.go.id/produk-hukum/peraturan-perundang-undangan/pergub/28765>
- Perkins, H. C. (1974). *Particulates. Air Pollution*, Mc Graw-Hill, New York, 220-259. https://books.google.com/books/about/Air_Pollution.html?id=6x5PAQAIAAJ
- Sunu, P., & Putra, R. M. S. (2001). *Melindungi lingkungan dengan menerapkan ISO 14001*. Gramedia Widiasarana Indonesia (Grasindo).
- Suriawiria. (1996). *Air dalam Kehidupan dan lingkungan yang Sehat*. Alumni. Bandung.
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.

Wiwoho, W. (2005). *Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemaran Sungai dengan Qual2E (Study Kasus Sungai Babon)* (Doctoral dissertation, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro). <http://eprints.undip.ac.id/11485>

Biografi Penulis

PUTU SUANTARA, dinas lingkungan hidup dan kebersihan Kab. Badung, Indonesia.

- Email: -
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -

AA. KETUT SUDIANA, Fakultas Hukum Universitas Mahasaraswati Denpasar.

- Email: agungsudiana63@gmail.com
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -

I KETUT SUMANTRA, dosen Fakultas Agroteknologi, Universitas Mahasaraswati Denpasar

- Email: ketut.sumantra@unmas.ac.id
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0669-7745>
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID:
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57210196385>
- Homepage: <https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/5979650>