

PENENTUAN STATUS MUTU AIR MENGGUNAKAN METODE INDEKS PENCEMARAN PADA SUNGAI SANGA-SANGA

DETERMINATION OF WATER QUALITY STATUS USING THE POLLUTION INDEX METHOD IN THE SUNGAI SANGA-SANGA

Mohammad Zulfian Rahmadi^{1,*}, Saibun Sitorus², Henny Pagoray³, Nanang Tri Widodo²

¹Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana, Universitas Mulawarman

²Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman

³Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman

*Corresponding Author : zulfian.mzr13@gmail.com

Article History

Submitted : 12 November 2024

Accepted: 26 February 2025

ABSTRACT

The pollution of the Sungai Sanga-Sanga can be caused by waste from both residential areas and the mining industry. The use of a water quality index can facilitate the determination of river water quality and simplify the dissemination of information to relevant stakeholders. This study aims to assess the water quality of the Sungai Sanga-Sanga based on physical, chemical, and biological parameters and to determine its quality status using the Pollution Index method. This research is a quantitative descriptive study with an ex-post facto approach, utilizing the Pollution Index method to determine the water quality status of the Sungai Sanga-Sanga. Based on the Pollution Index, the water quality status of the Sungai Sanga-Sanga is classified as lightly polluted.

Keywords: Water Quality, Pollution Index, Sungai Sanga-Sanga.

1. PENDAHULUAN

Sungai memiliki peran yang sangat penting bagi masyarakat, selain berfungsi untuk pengaliran air kondisi sungai tidak bisa dipisahkan dari aktivitas manusia. Dari total seluruh pasokan air di bumi sebesar 0,036% dapat diambil dari sungai dan danau serta sebesar 76% air tersebut banyak dimanfaatkan oleh rumah tangga.¹ Sungai Sanga-Sanga merupakan sungai yang terdapat diantara Kelurahan Sanga-Sanga Muara Kecamatan Sanga-Sanga Kabupaten Kutai Kartanegara dan Kelurahan Bentuas Kecamatan Palaran Kota Samarinda, hal ini sesuai dengan PERMENDAGRI Nomor 85 Tahun 2019 tentang Batas Daerah Antara Kabupaten Kutai Kartanegara dan Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur.² Sungai Sanga-Sanga melintasi kawasan perdagangan, kawasan perkantoran, permukiman padat penduduk dan industri. Sungai Sanga-Sanga menjadi sarana pendukung kegiatan industri terutama industri batubara.

Kualitas air sungai sangat dipengaruhi dengan kegiatan manusia khususnya yang berada atau tinggal di sekitar aliran sungai.³ Berbagai macam aktivitas ini menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari Sungai Sanga-Sanga. Tingkat pencemaran Sungai Sanga-Sanga dapat dikaji dari status mutu airnya. 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 sesuai dengan PP No. 22 tahun 2021.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan status mutu air sungai adalah metode Indeks Pencemaran. Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemaran (IP) ini

dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran zat pencemar. Penelitian ini bertujuan untuk

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



menentukan status mutu air berdasarkan metode indeks pencemaran di Sungai Sanga-Sanga

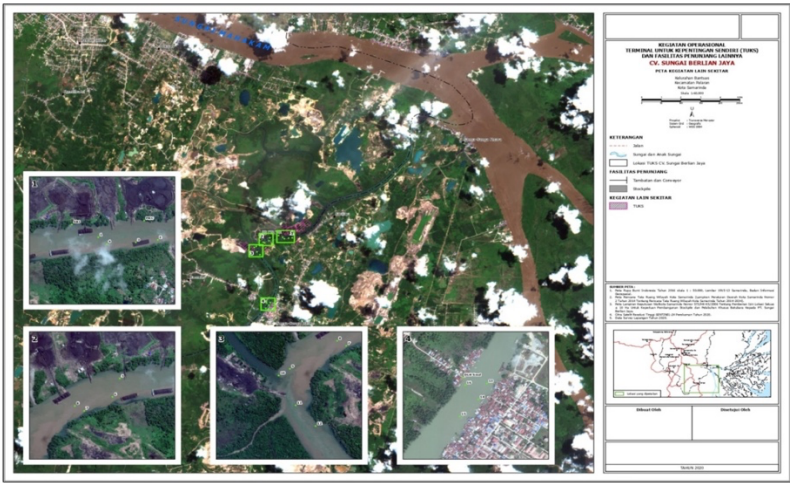
2. METODE

2.1 Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan di wilayah Sungai Sanga-Sanga Kecamatan Bantuas Kota Samarinda dan Kecamatan Sanga-Sanga Kabupaten Kutai Kertanegara. Pemilihan lokasi pengambilan sampel didasarkan keadaan serta kondisi di sekitar Sungai Sanga-Sanga dengan memperhatikan kemudahan akses, biaya serta waktu penelitian yang mana semua itu dianggap sebagai titik yang mewakili kualitas air.⁴ Metode pengambilan contoh uji air Sungai Sanga-Sanga mengacu pada SNI 6989.57:2008 tentang metode pengambilan contoh uji air permukaan. Pengambilan contoh uji air sungai dilakukan dengan menggunakan metode *ex post facto*. Pengambilan contoh uji air dilakukan di empat lokasi dengan jenis sampel komposit pada 4 titik dan 3 kedalaman. Titik koordinat lokasi pengambilan contoh uji tertuang pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Titik koordinat lokasi pengambilan sampel

No	Lokasi	Titik	Kordinat	
			S	E
1	1	1	0° 38,059'	117° 14,106'
		2	0° 38,067'	117° 14,264'
		3	0° 38,075'	117° 14,206'
		4	0° 38,079'	117° 14,129'
		5	0° 38,068'	117° 13,897'
2	2	6	0° 38,120'	117° 13,879'
		7	0° 38,159'	117° 13,809'
		8	0° 38,145'	117° 13,786'
		9	0° 38,225'	117° 13,668'
3	3	10	0° 38,244'	117° 13,640'
		11	0° 38,329'	117° 13,682'
		12	0° 38,388'	117° 13,732'
		13	0° 39,283'	117° 13,903'
4	4	14	0° 39,333'	117° 13,879'
		15	0° 39,386'	117° 13,828'
		16	0° 39,288'	117° 13,843'



Gambar 1. Lokasi titik pengambilan contoh uji

Pengambilan data primer dilakukan pada semester 1 tahun 2023 meliputi kegiatan observasi, pengambilan contoh uji air sungai, pengujian kualitas contoh uji air dan analisis data. Data semester 1 dan 2 tahun 2022 merupakan data sekunder.

Parameter yang diamati dan diukur ada sembilan (9) parameter yaitu: pH, *Total Suspended Solid* (TSS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Besi Terlarut, Mn Terlarut, Amoniak, Minyak dan Lemak, Total Coliform. Parameter-parameter tersebut merupakan parameter kunci untuk air limbah yang berasal dari limbah industri batubara⁵ dan limbah domestik (pemukiman).⁶

Tabel 2. Metode Acuan Analisis Contoh Uji Air di Laboratorium

No	Parameter	Satuan	Metode Acuan
1	pH	mg/L	SNI 6989.11:2019
2	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	mg/L	SNI 6989.3:2019
3	<i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	mg/L	SNI 6989.72:2009
4	<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	mg/L	SNI 6989.73:2009
5	Besi (Fe) terlarut	mg/L	SNI 6989.84:2019
6	Mangan (Mn) terlarut	mg/L	SNI 6989.84:2019
7	Amoniak	mg/L	SNI 06-6989.30:2005
8	Minyak dan Lemak	mg/L	SNI 06-6989.10:2004
9	Total Coliform	Jml/100 mL	APHA, ED 23-D, 9221-D, 2017

2.2 Analisis Data

Penentuan status mutu air Sungai Sanga-Sanga dilakukan dengan perhitungan indeks pencemaran (IP). Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat atau tidaknya sungai dipakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu⁷. Persamaan yang digunakan untuk menyatakan indeks pencemaran sungai disajikan pada **Persamaan 1** sebagai berikut.

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \quad \text{Persamaan 1}$$

Keterangan:

PI_j = Indeks Pencemaran bagi peruntukan j

C_i = konsentrasi parameter kualitas air i

L_{ij} = konsentrasi parameter kualitas air i yang tercantum dalam baku peruntukan air

M = maksimum

R = rata-rata

Adapun kategori kelas pencemaran sungai dari metode Indeks Pencemaran (IP) adalah sebagai berikut pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Status mutu air berdasarkan indeks pencemaran

No	Indeks Pencemaran	Status Mutu
1.	$0 \leq IP \leq 1$	memenuhi baku mutu (baik)
2.	$1 \leq IP \leq 5$	tercemar ringan
3.	$5 \leq IP \leq 10$	tercemar sedang
4.	$IP > 10$	tercemar berat

Sumber: Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003.⁸

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kualitas Air Sungai Sanga-Sanga

Hasil analisis kualitas air Sungai Sanga-Sanga dengan parameter pH, *Total Suspended Solid* (TSS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Besi Terlarut, Mn Terlarut, Amoniak, Minyak dan Lemak, Total Coliform disajikan pada **Tabel 4-6**.

Tabel 4. Hasil analisis kualitas air sungai Sanga-Sanga semester 1 2022

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas 2	Hasil			
				Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4
1	TSS	mg/L	50	101,33	45,5	23,75	46
2	pH	-	6 - 9	5,3	4,8	4,8	5,7
3	Fe terlarut	mg/L	-	0,05	0,06	0,08	0,4
4	Mn terlarut	mg/L	-	0,64	0,84	0,73	0,6
5	BOD	mg/L	3	9,22	8,34	7,3	8
6	COD	mg/L	25	25,39	20,12	16,7	19
7	Amoniak	mg/L	0.2	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
8	Minyak dan Lemak	mg/L	1	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
9	Total Coliform	Jml/100 mL	5000	350	220	240	< 1,8

Sumber : Data Sekunder

Tabel 5. Hasil Analisis kualitas air sungai Sanga-Sanga semester 2 2022

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas 2	Hasil			
				Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4
1	TSS	mg/L	50	18	59	113	150
2	pH	-	6 - 9	8,9	8,3	8,4	7,8
3	Fe terlarut	mg/L	-	0,2	0,2	0,2	2
4	Mn terlarut	mg/L	-	0,4	0,07	0,02	0,1
5	BOD	mg/L	3	9	12	11	10
6	COD	mg/L	25	24	28	27	26
7	Amoniak	mg/L	0.2	0,2	0,05	0,3	0,2
8	Minyak dan Lemak	mg/L	1	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
9	Total Coliform	Jml/100 mL	5000	75	110	9,3	15

Sumber : Data Sekunder

Tabel 6. Hasil Analisis Kualitas Air Sungai Sanga-Sanga Semester 1 2023

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas 2	Hasil			
				Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4
1	TSS	mg/L	50	0,06	2,8	< 2,5	< 2,5
2	pH	-	6 - 9	6	6	6,1	4,2
3	Fe terlarut	mg/L	-	0,04	0,04	0,03	0,03
4	Mn terlarut	mg/L	-	0,98	0,94	0,88	0,99
5	BOD	mg/L	3	2,5	12	18	12
6	COD	mg/L	25	14,31	22	34	20
7	Amoniak	mg/L	0,2	0,12	0,12	0,11	0,14
8	Minyak dan Lemak	mg/L	1	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
9	Total Coliform	Jml/100 mL	5000	2,4	2,9	< 1,8	210

Sumber : Data Primer

Total Suspended Solid (TSS) merupakan bahan-bahan tersuspensi yang berasal dari lumpur dan pasir halus yang bersumber akibat adanya erosi tanah yang terbawa ke badan air⁹. Hasil pengukuran TSS (menunjukkan bahwa pada semester 1 tahun 2022 dan semester 2 tahun 2022, rata-rata kadar TSS melebihi ambang batas baku mutu sebesar 50 mg/L, Tingginya nilai konsentrasi TSS disebabkan oleh banyaknya padatan yang berasal dari limbah domestik serta limbah industri. Kandungan TSS yang melimpah di suatu badan air dapat menyebabkan kekeruhan serta dapat mengganggu proses fotosintesis dikarenakan sinar matahari yang terhalang untuk masuk ke dalam suatu perairan.⁷

Derajat Keasaman (pH) merupakan parameter yang penting karena banyak reaksi kimia dan biokimia di lingkungan perairan dipengaruhi oleh pH, pH suatu perairan dapat mempengaruhi toksisitas pada proses biokimiawi, senyawa kimia dan proses metabolisme organisme air.¹⁰ Hasil pengukuran pH di Sungai Sanga-Sanga menunjukkan bahwa air Sungai Sanga-Sanga cenderung mengalami fluktuasi, pada semester 1 tahun 2022 pH rata-rata air Sungai Sanga-Sanga sebesar 5,15 kemudian pada semester 2 tahun 2022 nilai pH air Sungai Sanga-Sanga meningkat pada pH 8,35 dan kembali menurun pada semester 1 tahun 2023 menjadi pH 5,57. Nilai pH yang cenderung asam tidak memenuhi baku mutu pH air kelas 2 yaitu sebesar 6-9.

Hasil pengukuran kadar besi pada Sungai Sanga-Sanga berfluktuasi, untuk semester 1 tahun 2022 kadar besi terlarut sebesar 0,1475 mg/L, semester 2 tahun 2022 sebesar 0,65 mg/L dan semester 1 tahun 2023 sebesar 0,035 mg/L. Baku mutu kadar besi untuk air kelas 2 berdasarkan PP No. 22 tahun 2021 tidak ditetapkan. Besi masuk ke dalam air oleh karena reaksi biologis pada kondisi reduksi atau anaerobik (tanpa oksigen). Jika air yang mengandung besi dibiarkan terkena udara atau oksigen maka reaksi oksidasi besi akan timbul dengan lambat membentuk endapan atau gumpalan koloid dari oksida besi atau oksida mangan yang tidak diharapkan. Endapan koloid ini akan menempel atau tertinggal dalam sistem perpipaan, menyebabkan noda pada cucian pakaian.¹¹

Hasil pengukuran kadar mangan terlarut pada air Sungai Sanga-Sanga berfluktuasi, untuk semester 1 tahun 2022 kadar mangan terlarut sebesar 0,7025 mg/L, semester 2 tahun 2022 sebesar 0,1475 mg/L dan semester 1 tahun 2023 sebesar 0,9525 mg/L. Baku mutu kadar mangan untuk air kelas 2 berdasarkan PP No. 22 tahun 2021 tidak ditetapkan. Hasil semester 1 tahun 2022 dan semester 2 tahun 2022, kadar mangan mendekati 1 mg/L hal ini karena aktifitas tambang batubara yang terdapat pada daerah sekitar aliran Sungai Sanga-Sanga. Air yang berasal dari sumber tambang asam dapat mengandung mangan terlarut dengan konsentrasi ± 1 mg/L.¹² Air yang mengandung mangan (Mn) berlebih menimbulkan rasa, warna (coklat/ungu/hitam), dan kekeruhan.¹³

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen yang sangat dibutuhkan dalam mengoksidasi bahan organik pada organisme *aerobic* sehingga menjadi bentuk anorganik stabil dimana bahan anorganik yang bersumber dari limbah domestik dan industri mengalami pembusukan seperti hewan dan tumbuhan yang telah mati.⁹ Hasil pengukuran BOD menunjukkan bahwa rata-rata kadar BOD di Sungai Sanga-Sanga melampaui baku mutu BOD air kelas 2 sebesar 3 mg/L. BOD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik. Bahan organik tersebut terdiri dari karbohidrat (selulosa, pati, gula), protein, minyak hidrokarbon dan bahan organik yang lain masuk ke dalam badan air berasal dari sumber alam maupun dari sumber pencemar. Tingginya nilai parameter BOD diakibatkan suatu sungai tersebut telah menerima banyak pencemar limbah organik yang berasal dari pemukiman dan limbah industri.¹⁴ Hal ini sesuai dengan kondisi sekitar Sungai Sanga-Sanga yang didominasi wilayah industri dan pemukiman sehingga menyebabkan tingginya nilai parameter BOD.

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan jumlah oksigen untuk mengoksidasi secara kimiawi materi organik. Bahan buangan organik akan dioksidasi oleh kalium bikromat menjadi gas CO₂ dan H₂O menjadi ion krom. Tingginya nilai parameter COD berkaitan dengan

adanya keberadaan bahan organik di dalam badan air. Bahan-bahan organik tersebut bersumber dari pemukiman penduduk yang memiliki kepadatan yang sangat tinggi.¹⁵ Hasil pengukuran kadar COD terlihat bahwa kadar COD air Sungai Sanga-Sanga pada semester 1 tahun 2022 dan semester 1 tahun 2023 masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar 25 mg/L. Kadar rata-rata COD air Sungai Sanga-Sanga pada semester 2 tahun 2022 sebesar 26,25 mg/L melebihi baku mutu yang ditetapkan. Meningkatnya nilai COD berkaitan dengan adanya keberadaan bahan organik di dalam badan air, bahan organik berasal dari limbah domestik seperti air buangan rumah tangga, sampah, air cucian yang dapat mempengaruhi konsentrasi parameter COD.¹⁶

Keberadaan amoniak dalam air sungai yang melebihi ambang batas dapat mengganggu ekosistem perairan dan makhluk hidup lainnya. Amonia sangat beracun bagi hampir semua organisme. Jika terlarut di perairan akan meningkatkan konsentrasi amoniak yang menyebabkan keracunan bagi hampir semua organisme perairan.¹⁷ Baku mutu air kelas 2 konsentrasi maksimal amoniak dalam air adalah sebesar 0,2 mg/L. Berdasarkan hasil pengukuran, kadar rata-rata amoniak pada Sungai Sanga-Sanga berada di antara $< 0,06 - 0,1875$ mg/L sehingga masih memenuhi baku mutu air kelas 2.

Minyak dan lemak merupakan bahan organik namun mempunyai rantai karbon yang panjang dan kompleks. beberapa jenis limbah mengandung sejumlah minyak, lemak, sabun dan minyak-minyak pelumas.¹⁸ Sumber limbah dapat berasal dari industri, industri rumah tangga, rumah tangga dan bengkel-bengkel yang ada di sepanjang sungai. Masuknya lemak dan minyak tersebut bersama dengan aliran air pencucian langsung maupun terbawa oleh hujan atau dibuang langsung ke sungai. Berdasarkan hasil pengukuran, kadar minyak dan lemak Sungai Sanga-Sanga diperoleh sebesar $< 5,0$ mg/L. Hasil tersebut masih memenuhi baku mutu air kelas 2 untuk minyak dan lemak yaitu maksimal sebesar 1 mg/L.

Total Coliform adalah suatu kelompok bakteri yang berasal dari feses manusia dan hewan (*fecal coliform*), maupun bakteri yang berasal dari hewan atau tumbuhan yang mati (*non-fecal coliform*) yang sering dijadikan sebagai indikator biologi pada suatu perairan untuk menentukan adanya pencemaran.¹⁹ Baku mutu *total coliform* untuk air kelas 2 berdasarkan PP No. 22 tahun 2021 adalah sebesar 5000 jml/100 mL. Berdasarkan hasil pengukuran *total coliform* Sungai Sanga-Sanga memenuhi baku mutu air kelas 2, hal ini menunjukkan bahwa air Sungai Sanga-Sanga belum tercemar oleh bakteri coliform yang berasal dari feses maupun dari hewan atau tumbuhan yang mati yang masuk ke Sungai Sanga-Sanga.

Dari hasil penentuan kualitas air Sungai Sanga-Sanga pada tiga semester, kualitas air Sungai Sanga-Sanga berfluktuasi, beberapa parameter masih memenuhi baku mutu air kelas 2 berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021, yaitu parameter Fe terlarut, Mn terlarut, amoniak, lemak dan minyak, dan parameter total coliform. Sedangkan parameter TSS, pH, BOD dan COD tidak memenuhi baku mutu air kelas 2 berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021.

3.2 Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Indeks Pencemaran

Indeks pencemar merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan status air sungai dari hasil sekali pengambilan, memerlukan biaya dan waktu yang relatif singkat Metode Indeks Pencemaran digunakan sebagai metode untuk mengetahui tingkat pencemaran relative.²⁰ Penentuan dengan Metode Indeks Pencemaran merupakan penentuan metode yang sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003. Status mutu Sungai Sanga-Sanga ditunjukkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Status Mutu Sungai Sanga-Sanga

Waktu	Lokasi	Skor IP	Status Mutu
Semester 1 tahun 2022	1	2,53	Tercemar ringan
	2	2,35	Tercemar ringan
	3	2,15	Tercemar ringan
	4	1,34	Tercemar ringan
Rata-rata		2,09	Tercemar ringan
Semester 2 tahun 2022	1	2,45	Tercemar ringan
	2	2,90	Tercemar ringan
	3	2,82	Tercemar ringan
	4	2,66	Tercemar ringan
Rata-rata		2,71	Tercemar ringan
Semester 1 tahun 2023	1	0,75	Baik
	2	2,88	Tercemar ringan
	3	3,52	Tercemar ringan
	4	2,91	Tercemar ringan
Rata-Rata		2,52	Tercemar ringan

Dari **Tabel 7** dapat dilihat bahwa kondisi Sungai Sanga-Sanga tercemar ringan. Parameter yang berperan dalam penentu pencemaran di Sungai Sanga-Sanga adalah TSS, pH, BOD dan COD. Parameter BOD merupakan parameter penentu tingkat pencemaran di Sungai Sanga-Sanga, pada tiap semester, parameter BOD memiliki kadar di atas baku mutu air kelas 2 berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021. Tingginya nilai parameter BOD karena Sungai Sanga-Sanga telah menerima banyak pencemar limbah organik yang berasal dari pemukiman dan limbah industri yang terdapat di sekitar daerah aliran Sungai Sanga-Sanga. Pada lokasi pengambilan contoh uji, aktivitas didominasi oleh kegiatan industri pertambangan, yang menyebabkan tingginya limbah organik yang masuk ke Sungai Sanga-Sanga dan mempengaruhi kadar BOD di Sungai Sanga-Sanga.

Langkah untuk memperbaiki status mutu air dan beban pencemar sungai agar berada pada kondisi yang baik, pengendalian pencemaran sungai yang dilakukan perlu dimulai dari sektor yang berkontribusi besar. Sebagai sumber memasok polutan terbanyak dari beberapa macam parameter pencemaran air yang tinggi seperti yaitu berasal dari industri dan domestik. Strategi pengendalian yang dapat direkomendasikan untuk sektor industri maupun domestik disesuaikan dengan rencana tata ruang wilayah Samarinda dan Sanga-Sanga.

4. KESIMPULAN

Status mutu Sungai Sanga-Sanga berdasarkan metode Indeks Pencemaran pada semester 1 tahun 2022, semester 2 tahun 2022 dan semester 1 tahun 2023 berada pada kondisi tercemar ringan dengan skor Indeks Pencemaran rata-rata berturut-turut sebesar 2,09; 2,71 dan 2,52.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kumar Reddy, D. H., & Lee, S. M. Water Pollution and Treatment Technologies. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology* **2012**, 2(5). <https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000e103>
2. Kementrian Dalam Negeri. *Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 85 Tahun 2019 tentang Batas Daerah Antara Kabupaten Kutai Kartanegara dengan Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur*, **2019**.
3. Riyandini, V. L. Pengaruh Aktivitas Masyarakat Terhadap Kualitas Air Sungai Batang Tapakis Kabupaten Padang Pariaman. *Jurnal Sains dan Teknologi: Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri* **2020**, 20(2), 203-209. <https://dx.doi.org/10.36275/stsp.v20i2.297>

4. Pohan, D. A. S., Budiyono, B. dan Syafrudin, S. Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau Dari Aspek Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan* **2017**, Vol 14(2), 63-71. <https://doi.org/10.14710/jil.14.2.63-71>
5. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan Atau Kegiatan Pertambangan Batu Bara*. Jakarta, **2023**.
6. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Jakarta, **2016**.
7. Effendi, H. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Edisi II. Yogyakarta: Kanisius, **2008**.
8. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air*. Jakarta, **2003**.
9. Hidayat, M., Fauzi, R. dan Suoth, A. Efektivitas Multimedia Dalam Biofilter Pada Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga (The Effectiveness Of Multimedia In Biofilters On Grey Water Treatments). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* **2019**, 3(2), 111-126. <https://doi.org/10.20886/jppdas.2019.3.2.111-126>
10. Djoharam, V., Riani, E. dan Yani, M. Analisis Kualitas Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan Di Wilayah Provinsi Dki Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* **2018**, 8(1), 127-133.
11. Said, N.,I. Metoda Penghilangan Zat Besi dan Mangan Di Dalam Penyediaan Air Minum Domestik". *Jurnal Air Indonesia* **2005**, 1(3), 239-250. <https://doi.org/10.29122/jai.v1i3.2352>
12. Achmad, R. *Kimia Lingkungan*. Edisi 1. Yogyakarta: Andi Offset, **2004**.
13. Fauziah, Adelina. Efektivitas Saringan Pasir Cepat Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Dengan Penambahan Kalium Permanganat (KMnO₄) 1%. Tugas Akhir, Medan: Universitas Sumatera Utara, **2010**.
14. Ashar, Y. K. Analisis Kualitas (BOD, COD, DO) Air Sungai Pesanggrahan Desa Rawadenok Kelurahan Rangkepan Jaya Baru Kecamatan Mas Kota Depok. Tugas Akhir. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, **2020**.
15. Marlina, N., Hudori, H. dan Hafidh, R. Pengaruh Kekasaran Saluran Dan Suhu Air Sungai Pada Parameter Kualitas Air COD, TSS Di Sungai Winongo Menggunakan Software Qual2kw. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan* **2017**, 9(2), 122-133. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol9.iss2.art6>
16. Puspita, I., Ibrahim, L. dan Hartono, D. Pengaruh Perilaku Masyarakat Yang Bermukim Di Kawasan Bantaran Sungai Terhadap Penurunan Kualitas Air Sungai Karang Anyar Kota Tarakan". *Jurnal Manusia dan Lingkungan* **2016**, 23(2), 249-258. <https://doi.org/10.22146/jml.18797>
17. Murti, R. Setiya dan C. Maria H. P. Optimasi Waktu Reaksi Pembentukan Kompleks Indofenol Biru Stabil Pada Uji N-Amonia Air Limbah Industri Penyamakan Kulit Dengan Metode Fenat". *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik* **2014**, 30(1), 29-34.
18. Metcalf and Eddy, Inc. *Wastewater Engineering. Treatment, Disposal and Reuse*. Third Edition. Mc Graw Hill International, New York, **1991**.
19. Anisafitri, J., Khairuddin dan Rasmi, D. 2020. "Analisis Total Bakteri Coliform Sebagai Indikator Pencemaran Air Pada Sungai Unus Lombok". *Jurnal Pijar MIPA* **2020**, 15(3), 266-272. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i3.1622>
20. Yuniarti dan Biyatmoko, D. Analisis Kualitas Air Dengan Penentuan Status Mutu Air Sungai Jaing Sungai Jaing Kabupaten Tabalong. *Jurnal Teknik Lingkungan* **2019**, 5(2), 52-69.