

**ANALISIS KUALITAS AIR SUNGAI CISANGKAN
KOTA CIMAHI PROVINSI JAWA BARAT**
*ANALYSIS OF WATER QUALITY OF CISANGKAN RIVER,
CIMAHI CITY, WEST JAVA PROVINCE*

Rosmeiliyana dan Eka Wardhani

*Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Bandung Jalan PHH Mustofa No 23 Bandung 4012, Indonesia
Email: rosmeiliyanatrgrn@gmail.com*

ABSTRAK

Sungai Cisangkan merupakan sungai yang mengalir di Kota Cimahi yang menerima limbah domestik, industri, dan pertanian yang berasal dari daerah aliran sungai. Perkembangan industri dan pemukiman di sepanjang aliran sungai menyebabkan kualitas air sungai menurun. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air Sungai Cisangkan berdasarkan baku mutu menurut PP Nomor 82/2001 kelas 2. Analisis kualitas air dilakukan di 3 titik mewakili bagian hulu, tengah dan hilir sungai. Data dikumpulkan pada 3 periode pengambilan yaitu Bulan April, September, dan Desember 2019. Parameter yang diukur dan diamati sebanyak 32 parameter yang terdiri dari parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi. Berdasarkan hasil penelitian terdapat 16 parameter yang tidak memenuhi baku mutu terdiri dari 2 parameter fisika, 14 kimia, dan 2 mikrobiologi. Berdasarkan parameter yang tidak memenuhi bakumutu sumber pencemar dominan diprediksi berasal dari aktivitas pemukiman karena nilai BOD₅, COD, TSS, minyak dan lemak, detergen MBAS, Total Coliform serta fecal Coliform tidak memenuhi baku mutu di seluruh titik sampling pada 3 kali pengukuran. Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai data dasar pengelolaan limbah cair domestik di DAS Cisangkan Kota Cimahi.

Kata kunci: Cimahi, Cisangkan, domestik, kualitas air.

ABSTRACT

The Cisangkan River is a river that flows in Cimahi City which receives domestic, industrial and agricultural waste originating from the watershed. Industrial and residential developments along the river have caused the quality of river water to decline. This study aims to analyze the quality of Cisangkan River water based on quality standards according to PP No. 82/2001 class 2. Water quality analysis was carried out at 3 points representing the upstream, middle and downstream parts of the river. Data were collected in 3 periods of collection, namely April, September, and December 2019. The parameters measured and observed were 32 parameters consisting of physical, chemical, and microbiological parameters. Based on the research results, there are 16 parameters that do not meet the quality standards consisting of 2 physical parameters, 14 chemistry, and 2 microbiology. Based on the parameters that do not meet the quality standards, the dominant pollutant sources are predicted to come from residential activities because the values of BOD₅, COD, TSS, oil and fat, detergent MBAS, Total Coliform and fecal Coliform do not meet the quality standards at all sampling points at 3 measurements. The results of the research can be used

as basic data for domestic liquid waste management in the Cisangkan River Basin, Cimahi City.

Keywords: Cimahi, Cisangkan, domestic, water quality.

1. PENDAHULUAN

Sungai Cisangkan merupakan salah satu sungai di Kota Cimahi dengan panjang 16,91 km. Daerah Aliran Sungai (DAS) Cisangkan seluas 1.238,09 Ha yang tersebar di empat kelurahan di dua kecamatan yaitu Kecamatan Cimahi Tengah dan Cimahi Selatan. Hulu sungai berada di Kelurahan Padasuka, Kecamatan Cimahi Tengah. Tengah sungai berada di Kelurahan Setiamanah, Kecamatan Cimahi tengah dan hilir sungai berada di Kelurahan Leuwigajah, Kecamatan Cimahi Selatan. Sungai ini merupakan anak sungai Citarum. Aktivitas domestik, industri, pertanian di DAS menyebabkan Sungai Cisangkan menjadi salah satu sungai dengan beban pencemaran tertinggi di Kota Cimahi (DIKLHD Kota Cimahi, 2020).

Sungai Cisangkan mengalami pendangkalan yang diakibatkan oleh erosi dan sedimentasi yang terjadi serta oleh tumpukan sampah yang masuk ke sungai. Fluktuasi debit sungai ini sangat besar karena terjadinya alih fungsi lahan di bagian hulu sebagai dampak perkembangan pembangunan yang pesat wilayah Lembang Kabupaten Bandung Barat. Kualitas air sungai tercemar karena belum adanya pengelolaan air limbah domestik yang terintegrasi di DAS Cisangkan (DIKLHD Kota Cimahi, 2020).

Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air harus segera ditangani supaya tidak menimbulkan dampak yang merugikan, bagi manusia, maupun ekosistem yang berada di sungai tersebut (Sugara, 2017). Upaya pengelolaan dan pengendalian pencemaran air yang telah dilakukan Kota Cimahi yaitu melakukan pemantauan kualitas air Sungai Cimahi secara periodik minimal 3 kali setahun. Data kualitas air yang telah terkumpul tersebut harus diolah dan dijadikan data dasar untuk merencanakan program penurunan beban pencemar yang masuk ke Sungai Cisangkan. Berdasarkan data kualitas air dijadikan bahan untuk memprediksi sumber pencemar dominan sehingga dapat menjadi landasan untuk melakukan pengelolaan dan pengendalian pencemaran air. Berkurangnya beban pencemar dari Sungai Cisangkan akan berkontribusi pada penurunan pencemaran di Sungai Citarum tempat sungai ini bermuara.

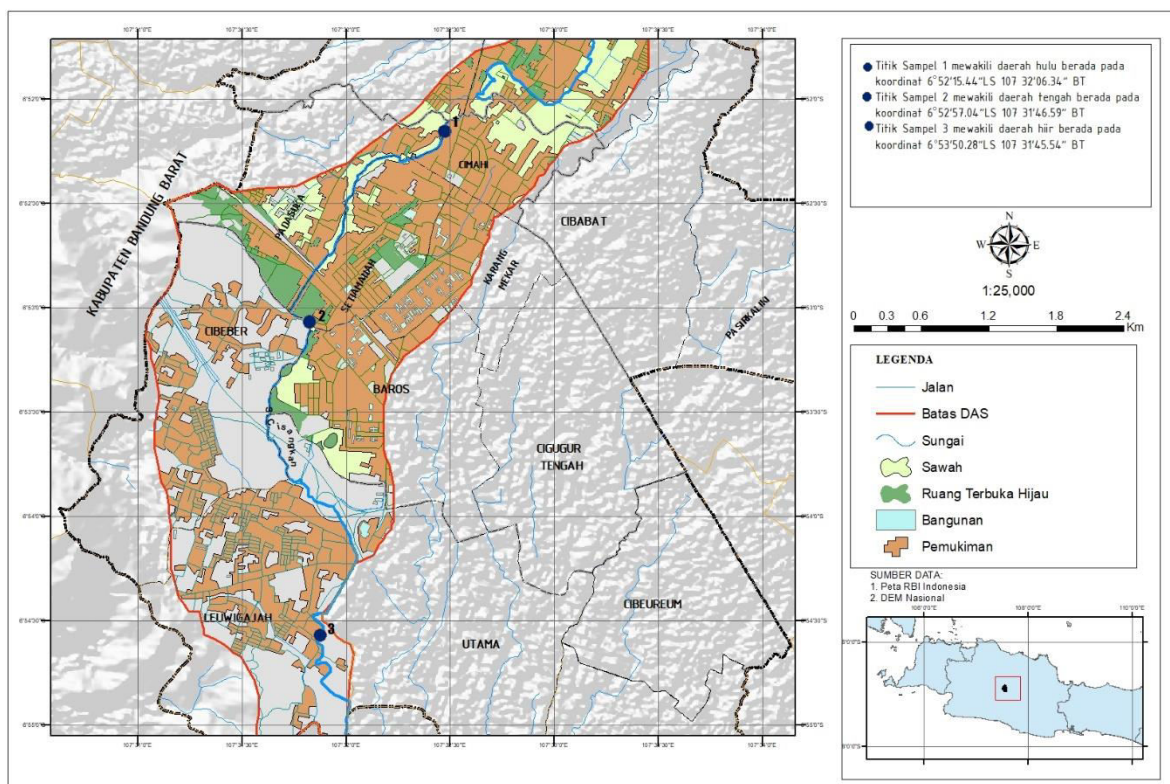
Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air Sungai Cisangkan berdasarkan data sekunder yang berasal dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Cimahi pada 3 kali pemantauan. Analisis kualitas air dilakukan dengan membandingkan dengan baku mutu menurut Peraturan pemerintah Nomor 82 tahun 2001 (PP 82/2001) peruntukan kelas 2 yaitu air yang peruntukannya dapat di gunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang sejenis dengan kegunaan tersebut. Dipergunakan kelas 2 mengingat sampai saat ini Sungai Cisangkan belum ditentukan kelasnya oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Cimahi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang berasal dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. Pemantauan kualitas air dilakukan di tiga titik yang mewakili bagian hulu, tengah, dan hilir. Pengukuran kualitas air sungai dilakukan di tiga waktu yaitu Bulan April, September, dan Desember 2019. Analisis sampel dilakukan di Unit Pelaksana Teknis (UPT) Laboratorium Lingkungan, Dinas Lingkungan Hidup Kota Cimahi (DIKLHD Kota Cimahi, 2020).

Parameter yang diuji sebanyak 32 parameter yang terdiri dari tiga parameter fisika terdiri dari Temperatur, *Total Dissolved Solid* (TDS), dan *Total Suspended Solid* (TSS), 26 parameter kimia terdiri dari pH, Nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$), $\text{NH}_3\text{-N}$ Bebas, Cd, Cr^{6+} , Cu, Besi (Fe), Pb, Mangan (Mn), Seng (Zn), Khlorida (Cl), Fluorida, Sulfat (SO_4^{2-}), Sulfida, Air Raksa (Hg), Sianida (CN), Barium (Ba), Arsen (As), Kobalt (Co), Amonium, Klorin Bebas, Selenium (Se), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD_5), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO), dan dua parameter mikrobiologi terdiri dari Fecal Coliform dan Total Coliform, dan 3 (tiga) parameter kimia organik terdiri dari minyak dan lemak, phenol, dan detergen (MBAS).

Seluruh data kualitas air yang dikumpulkan dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan PP 82/2001 kelas 2. Keterkaitan antara parameter kualitas air dianalisis untuk mengetahui bagaimana proses kimia-fisika yang terjadi di Sungai Cisangkan. Lokasi titik sampling disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi Titik Sampling Sungai Cisangkan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran Sungai Cisangkan bagian hulu (titik sampling 1) memiliki lebar permukaan dan dasar saluran 2 m. Kedalaman saluran 0,2 m dengan debit maksimum 0,99 m³/detik dan minimum 0,02 m³/detik. Bagian hulu sungai aktivitas didominasi oleh kegiatan domestik dan beberapa *home industry*. Sungai Cisangkan tengah (titik sampling 2) memiliki lebar permukaan dan dasar saluran 3 m, kedalaman sebesar 0,3 m dengan debit maksimum 1,19 m³/detik dan minimum sebesar 0,05 m³/detik. Bagian tengah sungai, aktivitas didominasi oleh kegiatan domestik, pendidikan, dan *home industry*. Sungai Cisangkan bagian hilir (titik sampling 3) memiliki lebar permukaan dan dasar saluran 6 m, kedalaman 0,7 m dan memiliki debit maksimum 2,24 m³/detik dan minimum sebesar 0,3 m³/detik. Bagian hilir sungai di dominasi oleh pemukiman walau masih terdapat ruang terbuka hijau. **Tabel 1** menyajikan kualitas air Sungai Cisangkan, berdasarkan tabel tersebut terdapat 16 parameter yang melebihi baku mutu air baku yang terdiri dari 2 parameter fisika, 14 parameter kimia, dan 2 parameter mikrobiologi.

Tabel 1. Kualitas Air Baku menurut PP 82 tahun 2001

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu (Kelas II)	Hasil Pengujian								
				Pancaroba			Kemarau			Hujan		
				Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir
FISIKA												
1	Temperatur	°C	± 3	25	28	26	25	28	26	25	28	26
2	TSS	mg/L	50	23	25	20	31	84	29	26	35	33
3	TDS	mg/L	1.000	290	350	598	312	406	514	468	540	1.200
KIMIA												
1	pH	mg/L	6 – 9	7,35	7,21	7,55	7,34	7,33	7,57	7,47	7,41	7,5
2	BOD ₅	mg/L	3	1	6	19	24	34	21	53	98	48
3	COD	mg/L	25	6	23	42	90	150	85	113	204	118
4	DO	mg/L	>4	4,25	0,9	1,73	2,17	0,9	0,9	3,46	0,9	0,9
5	NO ₃ -N	mg/L	10	2,6	1,8	1,4	0,7	1,6	1,6	3,5	3	0,9
6	NH ₃ -N	mg/L	0,02	1	1	1	1,8	14,4	16,6	5,3	14,8	6,2
7	As	mg/L	1	tt	tt	0,15	tt	tt	0,098	0,01	0,01	0,01
8	Co	mg/L	0,2	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt
9	Ba	mg/L	-	0,034	tt	tt	0,041	tt	tt	tt	tt	0,19
10	B	mg/L	1	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt
11	Se	mg/L	0,05	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt
12	Cd	mg/L	0,01	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
13	Cr ⁶⁺	mg/L	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,004	0,003	0,003
14	Cu	mg/L	0,02	0,011	0,011	0,014	0,011	0,011	0,011	0,012	0,012	0,012
15	Fe	mg/L	-	0,15	0,67	0,36	0,86	1,66	0,852	1,01	1,43	2,11
16	Pb	mg/L	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
17	Mn	mg/L	-	0,499	0,499	0,516	0,688	0,788	9,301	0,72	0,81	0,76
18	Hg	mg/L	0,002	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt
19	Zn	mg/L	0,05	0,047	0,056	0,094	0,053	0,066	0,046	0,05	0,08	0,03
20	Cl	mg/L	-	24,1	34,5	42,8	40,5	60,2	75,3	45	59	154
21	CN	mg/L	0,02	0,007	0,007	0,007	0,013	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
22	F	mg/L	1,5	0,52	0,44	0,49	0,52	0,43	0,38	0,28	0,3	0,78
23	NO ₂ -N	mg/L	0,06	0,235	0,009	0,098	0,01	0,01	0,01	0,156	0,01	0,009
24	SO ₄	mg/L	-	73	76	112	19	19	21	46	29	94
25	Cl ₂	mg/L	0,03	0,04	0,07	0,09	0,23	0,17	0,05	0,05	0,08	0,1
26	H ₂ S	mg/L	0,002	0,11	0,11	0,11	0,38	0,32	0,29	0,11	0,14	tt
27	Minyak dan Lemak	mg/L	1	1,1	1,1	1,1	1,4	1	0,34	1,2	2,25	2,28
28	MBAS	mg/L	0,2	0,075	0,149	0,148	1,5	4,16	0,81	0,6	0,434	0,313
29	Fenol Total	mg/L	0,001	0,0225	0,017	0,1189	0,0563	0,0568	0,0037	0,1314	0,1195	0,1708
30	Posfat sbg P	mg/L	0,2	0,78	0,86	0,94	0,4	0,79	1,05	0,2	0,6	0,6
MIKROBIOLOGI												
32	Total Koliform	CFU/100 mL	5,000	460.000	1.100.000	93.000	24.196.000	23.590.000	17.329.000	998	6.488.0000	780.000
33	Fecal Koliform	CFU/100 mL	1,000	460.000	1.100.000	240.000	6.488.000	13.140.000	15.000.000	98	30.760.000	61.310.000

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kota Cimahi, 2019

3.1. Parameter Fisika

Parameter fisika yang memenuhi baku mutu yang pertama yaitu TSS. Baku mutu TSS berdasarkan PP 82/2001 sebesar 50 mg/l. Musim pancaroba pada bagian hulu, tengah, dan hilir menunjukkan angka di bawah baku mutu yaitu sebesar 23, 25, dan 20 mg/l. Musim kemarau, konsentrasi TSS di hulu dan hilir berada di bawah ambang batas TSS dengan konsentrasi sebesar 31 dan 29 mg/l, sedangkan bagian tengah mengalami kenaikan secara signifikan dengan konsentrasi mencapai 84 mg/l. Musim hujan konsentrasi TSS di bawah ambang batas baku mutu TSS di tiga bagian sungai.

Parameter fisika selanjutnya yang tidak memenuhi baku mutu yaitu TDS. Konsentrasi maksimum TDS yang diperbolehkan yaitu 1.000 mg/l. Musim pancaroba dan musim kemarau, konsentrasi TDS dalam air Sungai Cisangkan memenuhi baku mutu. Musim hujan, debit air meningkat dengan tajam karena tingginya curah hujan, menyebabkan adanya peningkatan konsentrasi TDS dalam air, dan puncaknya pada bagian hilir Sungai Cisangkan mengalami kenaikan TDS yang sangat curam hingga melebihi baku mutu TDS yaitu mencapai 1.200 mg/l.

3.2. Parameter Kimia

Parameter kimia yang tidak memenuhi bakumutu meliputi DO, BOD₅, COD, Nitrat, NH₃-N Bebas, Zn, Nitrit, Klorin Bebas, sulfida, minyak dan lemak, fenol, detergen (MBAS), dan Fosfat. Baku mutu untuk BOD₅ sebesar 3 mg/l untuk kelas air II. Perairan yang memiliki nilai BOD₅ lebih dari 10 mg/l dianggap telah mengalami pencemaran (Mahyudin dkk, 2015). Berdasarkan hasil pengukuran sampel air Sungai Cisangkan, diketahui bahwa hampir semua sampel air melewati batas ambang untuk baku mutu BOD₅. BOD₅ pada musim pancaroba belum terlalu tinggi dengan konsentrasi BOD 1 mg/l. Konsentrasi tengah dan hilir Sungai Cisangkan adalah 6 dan 18 mg/l. Musim kemarau di Sungai Cisangkan mulai hulu, tengah dan hilir memiliki konsentrasi BOD₅ di atas baku mutu dengan konsentrasi yang didapat adalah 24, 31, dan 21 mg/l. Konsentrasi BOD₅ pada musim hujan mengalami kenaikan yang cukup tinggi dari musim kemarau, dikarenakan terjadi akumulasi limpasan air limbah domestik dari rumah tangga yang terbawa seiring dengan meningkatnya debit Sungai Cisangkan pada musim hujan. Konsentrasi BOD₅ di hulu, tengah dan hilir pada musim hujan adalah 53, 98 dan 48 mg/l.

Baku mutu kadar COD dalam air peruntukan kelas II adalah 25 mg/l. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air Sungai Cisangkan, terdapat beberapa titik sampel yang menunjukkan konsentrasi COD nya diatas baku mutu. Musim pancaroba, bagian hulu dan tengah menunjukkan konsentrasi COD memenuhi baku mutu dengan nilai konsentrasi 6 dan 23 mg/l, sedangkan bagian hilir memiliki konsentrasi COD 42 mg/l. Konsentrasi COD pada musim kemarau untuk bagian hulu, tengah dan hilir adalah 90, 150, dan 85. Konsentrasi COD pada musim hujan di semua titik sampel melebihi baku mutu. Nilai konsentrasi COD pada musim hujan untuk bagian hulu, tengah dan hilir adalah 113, 204, dan 118 mg/l. Tingginya debit sungai karena air hujan, ditambah dengan banyaknya air limbah yang masuk kedalam sungai, baik dari sektor domestik maupun dari sektor industri menyebabkan konsentrasi COD mengalami peningkatan yang cukup signifikan (Rahayu dkk, 2018).

Pengukuran DO penting dilakukan untuk menjamin keadaan aerobik dalam perairan yang menampung zat-zat pencemar dalam bentuk air limbah (Soemarwoto, 1986). Konsentrasi DO dalam air menurut PP 82/2001 minimal 4 mg/l. Musim pancaroba, bagian hulu sungai

konsentrasi DO masih memenuhi baku mutu dengan nilai 4,25 mg/l. Semakin ke tengah, akumulasi limbah domestik semakin banyak sehingga konsentrasi DO menurun bahkan nyaris septik dengan nilai konsentrasi yaitu mencapai 0,9 mg/l. Bagian hilir sungai menunjukkan kondisi air memiliki DO rendah. Konsentrasi DO pada musim kemarau di bagian hulu hingga hilir adalah 2,17, 0,9, dan 0,9 mg/l. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada musim kemarau, kondisi air Sungai Cisangkan mengalami kekurangan DO, sehingga ini melebihi batas minimal konsentrasi DO dalam air. Pada musim hujan, ketersediaan oksigen terlarut dalam air sungai tetap berada dibawah baku mutu, bagian hulu Sungai Cisangkan menunjukkan konsentrasi DO yaitu 3,46 mg/l sedangkan dua titik lainnya yaitu bagian tengah dan hilir memiliki konsentrasi DO 0,9 mg/l.

Sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air (Effendi, 2003). Baku mutu amonia untuk peruntukkan air kelas II adalah $> 0,02$ mg/l. Menurut hasil pengukuran kualitas air Sungai Cisangkan, dapat dilihat bahwa semua sampel air melebihi baku mutu. Kadar ammonia yang tinggi dapat merupakan indikasi dari adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan air limpasan (*run-off*) pupuk pertanian. Kadar ammonia yang tinggi juga dapat ditemukan pada dasar sumber air baku yang mengalami kondisi tanpa oksigen (*anoxic*) (Effendi, 2003). Konsentrasi ammonia tertinggi berada di bagian hilir musim kemarau dengan konsentrasi ammonia 16,6 mg/l.

Menurut PP 82/2001, baku mutu maksimum untuk kadar Zn dalam air adalah 0,05 mg/l. Konsentrasi seng pada musim pancaroba meningkat dari hulu ke hilir. Bagian hulu sungai konsentrasi seng senilai 0,047 mg/l, di bagian tengah sungai menjadi 0,56 mg/l. Peningkatan tertinggi berada di bagian hilir sungai dimana akumulasi dari limbah domestik, limbah industri, dan air limpasan dari lahan pertanian sekitaran sungai menyebabkan banyak konsentrasi seng di sungai bagian hilir. Musim kemarau konsentrasi seng melebihi baku mutu dengan konsentrasi masing-masing hulu, hilir, dan tengah adalah 0,053, 0,066, dan 0,046 mg/l. Konsentrasi Zn di musim hujan tidak melebihi baku mutu di bagian hulu dan hilir sungai dengan konsentrasi masing-masing 0,05 dan 0,03 mg/l. Bagian tengah sungai mengalami kenaikan konsentrasi Zn seng hingga 0,08 mg/l.

Nitrit merupakan jumlah zat nitrogen yang hanya sebagian saja mengalami oksidasi dan suatu tingkat peralihan dalam proses perubahan zat organik ke dalam bentuk tetap (Soemarwoto, 1986). Parameter nitrit memiliki baku mutu sebesar 0,06 mg/l untuk peruntukan air kelas II menurut PP 82/2001. Berdasarkan hasil pengukuran, hanya ada tiga titik sampel air Sungai Cisangkan yang konsentrasi nitrit tidak memenuhi baku mutu. Musim pancaroba, bagian hulu dan hilir sungai memiliki konsentrasi nitrit diatas tidak memenuhi baku mutu dengan nilai konsentrasi 0,235 dan 0,098 mg/l. Pada bagian tengah sungai mengalami penurunan konsentrasi nitrit dari hulu sungai dengan konsentrasi nitrit 0,009 mg/l. Musim kemarau, konsentrasi nitrit berada di bawah baku mutu semua dengan konsentrasi nitrit terukur untuk bagian hulu, tengah dan hilir sungai adalah 0,01 mg/l. Pada musim hujan, konsentrasi nitrit terbesar berada pada bagian hulu sungai dengan nilai konsentrasi 0,156 mg/l. Penurunan konsentrasi nitrit terjadi di bagian tengah dan hilir Sungai Cisangkan hingga konsentrasi menjadi 0,01 dan 0,009 mg/l. Sumber nitrit dapat berupa limbah industri dan limbah domestik. Bagian hulu sungai cenderung memiliki nilai nitrit yang cukup tinggi karena didominasi oleh kawasan domestik dan industri. Tetapi kadar nitrit dalam perairan biasanya relatif kecil, karena nitrit segera dioksidasi menjadi nitrat (Effendi, 2003).

Baku mutu klorin menurut PP 82/2001 adalah 0,03 mg/l. Berdasarkan hasil pengukuran, air Sungai Cisangkan memiliki konsentrasi klorin di atas baku mutu. Musim pancaroba, nilai konsentrasi klorin meningkat dari hulu ke hilir dengan nilai konsentrasi adalah 0,04 mg/l, 0,07 mg/l, dan 0,09 mg/l untuk masing-masing hulu, tengah dan hilir. Pada musim kemarau, konsentrasi klorin meningkat pada bagian hulu dengan jumlah 0,23 mg/l dan menurun konsentrasinya ketika berada di bagian tengah sungai dengan nilai 0,17 mg/l dan turun di bagian hilir sungai dengan konsentrasi 0,05 mg/l. Musim hujan di Sungai Cisangkan memiliki konsentrasi klorin yang juga mengalami peningkatan dari hulu ke hilir dimulai dari konsentrasi klorin 0,05 mg/l pada bagian hulu sungai, meningkat ke 0,08 mg/l ke bagian tengah sungai dan 0,1 mg/l di bagian hilir Sungai Cisangkan.

Sulfida merupakan hasil akhir daripada pembusukan zat-zat organik dan juga akibat dari penurunan kadar belerang. Pembusukan anaerobik berbagai zat yang mengandung belerang dan penurunan kadar campuran belerang akan menjadi sulfida yang menghasilkan bau-bauan yang tidak menyenangkan (Soemarwoto, 1986). Menurut PP 82/2001, batas ambang maksimum untuk kadar sulfida dalam air adalah 0,02 mg/l. Didapatkan dari hasil pengukuran, konsentrasi sulfida dalam air sungai melebihi baku mutu. Musim pancaroba, konsentrasi sulfida dalam air Sungai Cisangkan di bagian hulu, tengah dan hilir sama yaitu 0,11 mg/l. Sedangkan pada musim kemarau, konsentrasi sulfida di bagian hulu, tengah, dan hilir adalah 0,38, 0,32 dan 0,29 mg/l. Pada musim hujan, konsentrasi sulfida dalam air tidak terlalu tinggi seperti pada musim kemarau meski ada satu bagian sungai yaitu bagian hilir yang tidak terjangkau untuk proses pengukuran sehingga nilai konsentrasi yang didapat hanyalah konsentrasi pada bagian hulu dan tengah sungai dengan nilai konsentrasi adalah 0,11 mg/l dan 0,14 mg/l.

Parameter minyak dan lemak memiliki baku mutu 1 mg/l menurut PP 82/2001. Berdasarkan hasil pengukuran, kualitas air Sungai Cisangkan hampir semuanya melebihi baku mutu. Kualitas air Sungai Cisangkan pada musim pancaroba untuk parameter minyak dan lemak melebihi baku mutu dengan hasil pengukuran di hulu, tengah, dan hilir sungai adalah 1,1 mg/l. Musim kemarau bagian hulu melebihi baku mutu minyak dan lemak dengan nilai konsentrasi 1,4 mg/l. Bagian tengah dan hilir sungai nilai konsentrasinya tidak melebihi baku mutu dengan hasil pengukuran 1 dan 0,4 mg/ liter. Hasil pengukuran air sungai di musim hujan menunjukkan nilai konsentrasi minyak dan lemak meningkat dari bagian hulu sungai dengan 1,2 mg/l, menuju bagian tengah dengan 2,25 mg/l, dan bagian hilir konsentrasinya 2,28 mg/l. Dilihat dari hasil pengukuran, musim hujan memiliki konsentrasi minyak dan lemak yang paling tinggi dibanding 2 musim lainnya.

Baku mutu detergen sebagai MBAS adalah 0,2 mg/l untuk kelas II. Hasil pengukuran di musim pancaroba menunjukkan bahwa konsentrasi detergen sebagai MBAS di Sungai Cisangkan masih memenuhi baku mutu dengan konsentrasi dari hulu, tengah dan hilir sungai adalah 0,075, 0,149, dan 0,148 mg/l. Kenaikan konsentrasi terjadi dari bagian hulu sungai ke bagian tengah hingga hilir dikarenakan sektor tengah Sungai Cisangkan didominasi oleh aktivitas domestik. Pengukuran pada musim kemarau menunjukkan konsentrasi MBAS meningkat dari hulu ke bagian tengah sungai dan kembali turun, dengan konsentrasi masing-masing adalah 1,5, 4,16, dan 0,81 mg/l. Dapat disimpulkan pada musim kemarau, air Sungai Cisangkan untuk parameter MBAS, melebihi baku mutu. Musim hujan konsentrasi MBAS

melebihi baku mutu parameter nya dengan konsentrasi masing-masing bagian hulu, tengah, dan hilir adalah 0,6, 0,434, dan 0,313 mg/l.

Baku mutu yang digunakan parameter Fenol yaitu 0,001 mg/ L untuk kelas II. Berdasarkan hasil pengukuran, parameter Fenol tidak memenuhi baku mutu di semua musim. Konsentrasi fenol di musim pancaroba melebihi baku mutu fenol dari hulu, tengah, dan hilir masing-masing adalah 0,0225, 0,017, dan 0,1189 mg/l. Pada musim kemarau, konsentrasi fenol melebihi baku mutu dibagian hulu sungai dengan 0,0563 mg/l, tengah sungai dengan nilai konsentrasi 0,0568 mg/l, dan bagian hilir sungai dengan 0,0037 mg/l. Konsentrasi fenol di musim hujan mengalami kenaikan dibandingkan musim pancaroba atau musim kemarau. Pada musim hujan, konsentrasi fenol di bagian hulu adalah 0,1314 mg/l, bagian tengah dengan 0,1195mg/l, dan bagian hilir sungai dengan konsentrasi fenol 0,1708 mg/l. Keberadaan fenol dengan kadar yang tinggi pada semua titik sampel diperkirakan adanya pengaruh dari aktivitas manusia yang berdampak masuknya fenol sebagai polutan dalam badan air pada setiap lokasi pengambilan sampel. Pengaruh lain tentu juga dari lingkungan sekitar sumber air pada masing-masing titik sampel (Koirewoa & Raunsay, 2016).

Kadar maksimum fosfat untuk peruntukan air kelas II menurut PP 82 tahun 2001 adalah 0,2 mg/l. Hasil pegukuran menunjukkan konsentrasi fosfat Sungai Cisangkan hampir semua titik pengambilan sampel melebihi baku mutu. Pada musim pancaroba, konsentrasi fosfat di bagian hulu sungai adalah 0,78 mg/l, bagian tengah sungai 0,86 mg/l, dan bagian hilir sungai dengan konsentrasi fosfat 0,94 mg/l. Terjadi peningkatan konsentrasi fosfat dari hulu ke hilir sungai yang disebabkan oleh akumuliasi limbah domestik yang ada di sekeliling sungai dari bagian hulu hingga hilir sungai. Musim kemarau, konsentrasi fosfat mengalami penurunan dari musim pancaroba meski masih diatas baku mutu fosfat. Konsentrasi fosfat pada musim kemarau pada bagian hulu, hilir, dan tengah sungai masing-masing adalah 0,4, 0,79 dan 1,05 mg/l. Konsentrasi fosfat pada musim hujan di bagian hulu sungai adalah 0,2 mg/l sehingga masih memenuhi baku mutu. Sedangkan pada bagian tengah dan hilir, konsentrasi fosfat adalah 0,6 mg/l. Tingginya debit sungai menjadi salah satu faktor konsentrasi fosfat di musim hujan tidak setinggi musim pancaroba atau kemarau.

3.3. Parameter Mikrobiologi

Parameter mikrobiologis yang digunakan untuk mengukur kualitas air berdasarkan adanya indikasi mikroba dalam air yang terdiri dari *total coliform* dan *fecal coliform*. Secara laboratoris *total coliform* digunakan sebagai indikator adanya pencemaran air bersih oleh tinja (kotoran makhluk hidup), tanah atau sumber alamiah lainnya (Widyaningsih dkk, 2016). Berikut merupakan analisis dari parameter mikrobiologi yang melebihi baku mutu.

Baku mutu yang digunakan parameter *Total Coliform* yaitu 5.000 CFU/ 100 ml untuk kelas II menurut PP 82 tahun 2001. Berdasarkan hasil pengukuran, parameter *total coliform* tidak memenuhi baku mutu disemua titik pengukuran baik pada musim pancaroba, kemarau maupun hujan. Hasil pengukuran di musim pancaroba menunjukkan bagian hulu hingga hilir sungai tidak memenuhi baku mutu yaitu sebesar 460.000, 1.100.000, dan 93.000 CFU/100 ml. Terjadi peningkatan konsentrasi *total coliform* dari bagian hulu ke bagian tengah sungai. Pada musim kemarau, bagian hulu dan tengah Sungai Cisangkan memiliki konsentrasi melebihi baku mutu dengan hasil pengukuran sebesar 24.196.000 dan 23.590.000 CFU/100 ml. Konsentrasi *total coliform* turun pada bagian hilir sungai yaitu sebesar 17.329.000 CFU/100 ml. Musim hujan, bagian hulu Sungai Cisangkan menunjukkan hasil pengukuran *total*

coliform yang dibawah baku mutu yaitu sebesar 998 CFU/100 ml, sedangkan hasil pengukuran pada bagian tengah hingga hilir sungai tidak memenuhi baku mutu yaitu sebesar 64.880.000 CFU/100 ml dan 780.000 CFU/100 ml.

Baku mutu yang digunakan parameter *fecal coliform* yaitu 1.000 CFU/100 ml untuk kelas II menurut PP 82 tahun 2001. Berdasarkan hasil pengukuran, parameter *fecal coliform* tidak memenuhi baku mutu di hampir semua titik *sampling* baik musim pancaroba, kemarau maupun hujan. Hasil pengukuran di musim Pancaroba menunjukkan bagian hulu hingga hilir sungai tidak memenuhi baku mutu sebesar 460.000, 1.100.000, dan 240.000 CFU/100 ml. Terjadi peningkatan konsentrasi *fecal coliform* dari bagian hulu ke bagian tengah sungai dan kemudian konsentrasi *fecal coliform* turun hingga ke bagian hilir sungai. Sedangkan musim kemarau, hasil pengukuran pada bagian hulu hingga hilir sungai tidak memenuhi baku mutu yaitu sebesar 6.488.000, 13.140.000, dan 15.000.000 CFU/100 ml. Konsentrasi *fecal coliform* di musim hujan tidak semua melebihi baku mutu. Pada bagian hulu sungai, hasil pengukuran menunjukan nilai konsentrasi *fecal coliform* sebesar 98 CFU/100 ml. Konsentrasi meningkat hingga ke bagian tengah sungai dan bagian hilir dengan nilai masing-masing adalah 30.760.000 dan 61.310.000 CFU/100 ml. Dari hasil pengukuran diatas dapat disimpulkan bahwa masih banyak warga di sekitar Sungai Cisangkan yang membuang limbah domestik dalam bentuk *feces*/ tinja (*black water*) langsung ke sungai, sehingga angka *fecal coliform* sangat tinggi terutama di bagian tengah dan hilir sungai (Rusydi dkk, 2015).

3.4. Analisa Hubungan Keterkaitan Antar Parameter

Beberapa nilai konsentrasi pada suatu parameter biasanya difaktori oleh nilai konsentrasi parameter yang masih berhubungan dengan parameter tersebut. Adanya hubungan keterkaitan antar parameter-parameter tersebut memerlukan analisis lebih lanjut seperti yang akan di bahas di bawah ini:

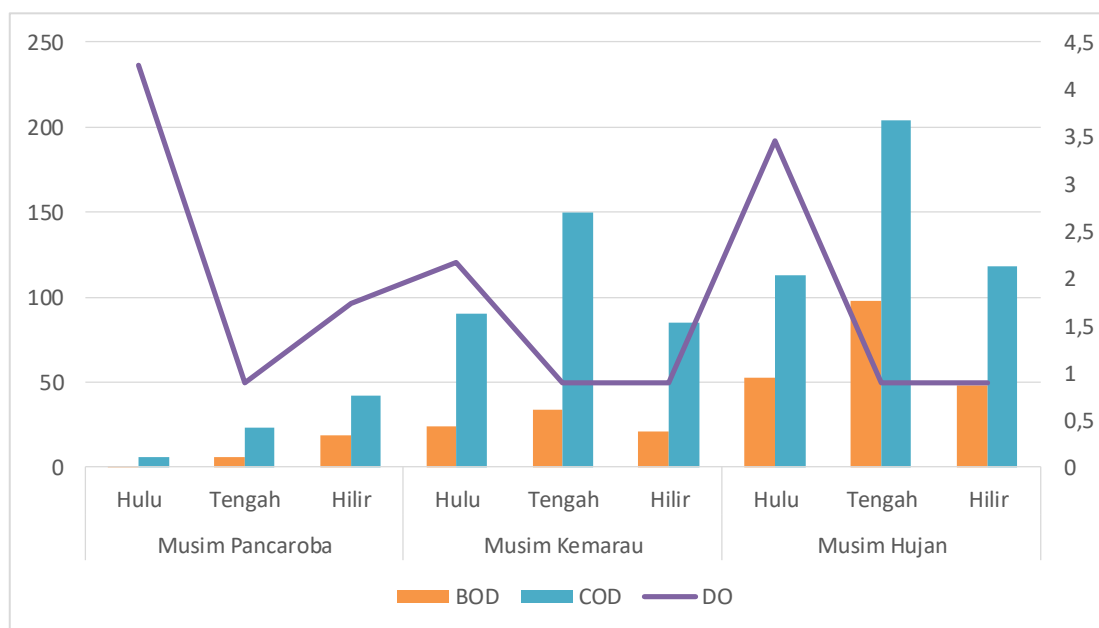
Keterkaitan Parameter DO, BOD, dan COD

Penentuan DO menjadi dasar dalam penentuan konsentrasi BOD₅ dalam suatu perairan. Pengukuran BOD₅ diterapkan untuk mengetahui tingkat tercemarnya suatu badan air oleh air limbah maupun faktor pencemar lainnya seperti sampah-sampah dari masyarakat sekitar atau faktor alam. BOD₅ dapat digunakan untuk mengetahui jumlah oksigen yang digunakan selama proses oksidasi zat-zat organik karena adanya hubungan kuantitatif antara jumlah oksigen yang diperlukan untuk memproses sejumlah tertentu campuran organik yang menjadi karbon dioksida dan air (Soemarwoto, 1986).

Pengukuran COD diperlukan jika hasil dari BOD₅ dirasa belum bisa mewakili bahwa air tersebut sudah telalu tercemar, karena BOD₅ pada dasarnya fokus pada limbah organik, sedangkan COD digunakan untuk mengetahui kadar kimia di dalam air. Pada perairan yang mengandung bahan-bahan toksik, penentuan BOD₅ kurang cocok untuk dilaksanakan. Dikarenakan salah satu sumber pencemar di Sungai Cisangkan adalah faktor industri, pengukuran COD sangat diperlukan untuk menentukan status mutu air Sungai Cisangkan (Effendi, 2003). Secara tidak langsung, BOD₅ dan COD tidak dapat dikaitkan, namun nilai hasil pengukuran COD dapat diterjemahkan secara memadai dalam arti kata BOD₅ setelah adanya proses pengelolaan lebih lanjut.

Berdasarkan dari hasil pengukuran DO, BOD₅, dan COD pada 3 (tiga) musim di bagian hulu, tengah dan hilir Sungai Cisangkan, ada keterkaitan antar konsentrasi dari masing-masing

parameter dengan parameter lainnya. Hubungan ketiga parameter tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Hubungan antara CO,DO, dan BOD pada Sungai Cisangkan

Bisa dilihat pada **Gambar 2**, konsentrasi DO relatif memiliki pola turun dari hulu ke hilir di tiap musimnya. Nilai defisit ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sumber pencemar terutama pencemar organik, kondisi morfologi badan air, debit aliran, dan suhu perairan.

Konsentrasi DO sangat mempengaruhi konsentrasi COD dan BOD. Jika DO cukup tinggi dalam perairan, maka proses degradasi organik di dalam air berlangsung dengan baik. Jika sudah terjadi proses degradasi maka nilai BOD akan membesar dan nilai DO akan mengalami penurunan. Nilai COD akan lebih besar dari pada BOD karena nilai COD digambarkan sebagai jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi termasuk BOD didalamnya (Sugianti & Astuti, 2018). Jika nilai DO semakin berkurang, maka air akan kehilangan kemampuan untuk memulihkan dirinya sendiri (Vandra dkk, 2015).

Berdasarkan rasio BOD/COD, untuk musim pancaroba bagian hulu adalah 0,17, bagian tengah dengan 0,26, dan bagian hilir dengan ratio 0,45, dapat dilihat bahwa pada musim pancaroba, Sungai Cisangkan berada di kondisi yang *non-biodegradable* hingga *slow biodegradable* atau tidak bisa mendegradasi, dan jikalau bisa proses degradasi akan berjalan lambat. Untuk musim kemarau, rasio BD/COD nya adalah 0,27 untuk bagian hulu, 0,23 untuk bagian tengah sungai, dan 0,25 untuk bagian hilir sungai. Pada musim kemarau, kondisi Sungai Cisangkan bisa dikategorikan *non-biodegradable* atau sukar hingga tidak bisa mendegradasi.

Kondisi berbeda pada musim hujan, dimana rasion BOD/COD untuk sungai bagian hulu, tengah, dan hilir masing-masing adalah 0,47, 0,48, dan 0,41. Pada musim hujan, Sungai Cisangkan lebih bisa mendegradasi material organik meskipun secara lambat (*slow biodegradable*) karena mikroorganisme pengurai membutuhkan aklimatisasi dengan limbah yang terdapat dalam badan air (Yustiani dkk, 2020).

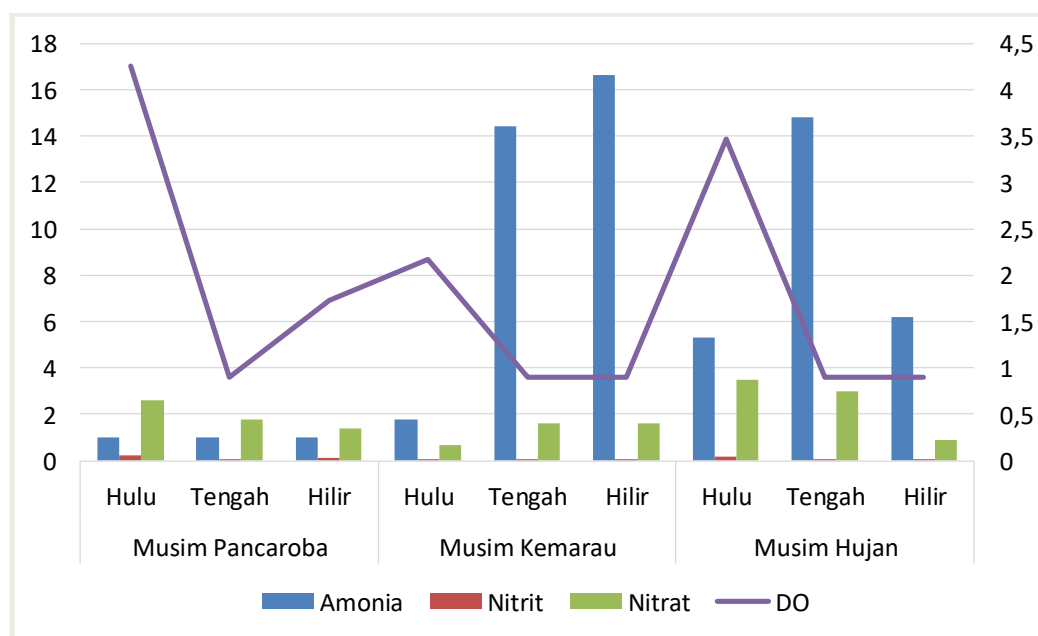
Keterkaitan antara Parameter Amonia, Nitrat, Nitrit, dan DO

Parameter nitrogen dan oksigen terlarut memiliki hubungan yang cukup penting dalam proses degradasi material organik khususnya di dalam air. **Gambar 3** akan menunjukkan grafik perbandingan antara kadar amonia, nitrat, dan nitrit di air dengan konsentrasi DO yang ada dalam Sungai Cisangkan di 3 (tiga) bagian sungai pada tiga musim berbeda.

Berikut merupakan uraian dari masing-masing keterkaitan antara amonia, nitrit, dan nitrat dengan konsentrasi oksigen terlarut.

Hubungan antara amonia dan oksigen terlarut

Amonia terbentuk karena adanya peran mikroba dalam proses penguraian senyawa organik sisa pakan yang terakumulasi didasar badan air. Tetapi bila suatu perairan mengandung banyak amonia, maka akan berbahaya bagi ekosistem perairan yan ada di badan air tersebut. Oleh karena itu, diperlukan upaya menekan beban toksisitas amonia, dengan meningkatkan oksidasi sehingga proses nitrifikasi dapat berlangsung sempurna. Proses nitrifikasi sendiri adalah proses mengubah amonia menjadi nitrit atau nitrat. Pada proses ini hal yang paling diperlukan adalah kandungan oksigen terlarut (DO) yang cukup, sehingga mikroba pengurai dapat bekerja dengan optimal (Komarawidjaja, 2006). **Gambar 3** akan menunjukkan hubungan antara konsentrasi oksigen terlarut dengan keberadaan amonia dalam air sungai.



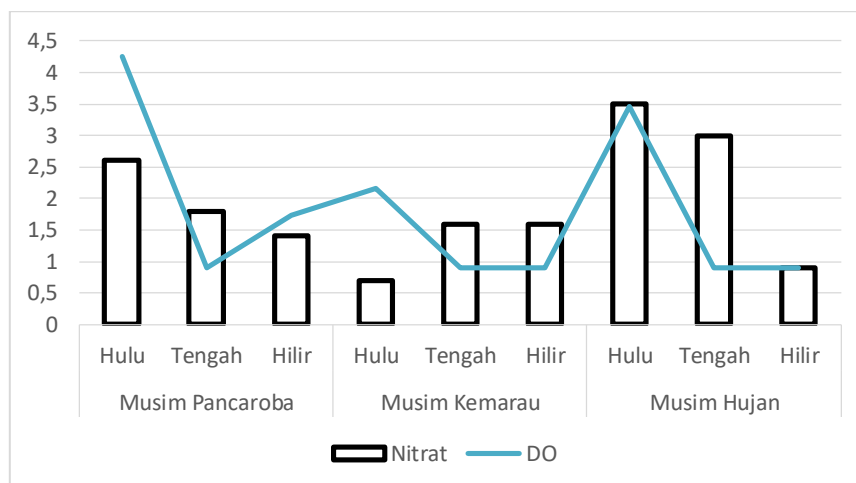
Gambar 3. Hubungan Parameter Amonia, Nitrat, Nitrit, dan DO

Tingginya kadar amonia di dalam air, baik dalam bentuk amonia non-ionik (NH_3) dan amonia ionik (NH_4) dipengaruhi oleh pH, suhu, salinitas dan tekanan osmotik. Amonia non-ionik sangat toksik terhadap organisme akuatik seperti ikan, kelompok krustasea (udang) dan moluska (hewan bercangkang tetapi bertubuh lunak). Toksisitas amonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut. Sehingga dapat dilihat pada saat kadar oksigen rendah, kadar amonia akan menjadi sangat tinggi. Hal ini terjadi dikarenakan efektivitas pengubahan amonia menjadi nitrit semakin besar pada kadar oksigen yang tinggi, tetapi peningkatan konsentrasi amonia tersebut dapat juga karena penguraian senyawa N-organik terus meningkat akibat adanya degradasi sisa limbah organik yang terakumulasi (Komarawidjaja, 2006).

Beberapa hasil pengukuran yang kurang sesuai dengan teoritis dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya ada permasalahan teknis pada saat proses pengukuran sehingga nilai yang di dapat kurang sesuai jika dibandingkan dengan teoritis, dan juga kondisi lingkungan pada saat proses pengambilan sampel juga turut mempengaruhi hasil dari pengukuran konsentrasi amonia, terutama pada musim pancaroba dimana nilai amonia untuk bagian hulu, tengah, dan hilir sungai adalah sama yaitu 1 mg/l.

Hubungan antara nitrat dan oksigen terlarut

Hasil akhir proses nitrifikasi adalah terbentuknya nitrit. Senyawa Nanorganik ini relatif tidak bersifat racun bagi kehidupan organisme air dibanding dengan amonia dan nitrit. Sebagai hasil akhir dari proses nitrifikasi seharusnya konsentrasi nitrat menjadi bertambah seiring dengan terjadinya proses nitrifikasi (Komarawidjaja, 2006). Oleh sebab itu, jika konsentrasi oksigen terlarut dalam badan air tinggi, maka akan menghasilkan nitrat yang tinggi juga, begitupun dengan sebaliknya. Pada konsentrasi yang tinggi, nitrat di dalam air minum dapat mengakibatkan efek yang serius atau bahkan fatal terhadap bayi. Masalah seperti itu sering muncul pada kawasan pertanian sebagai sumber nitrat (*nonpoint source*) yang berasal dari penggunaan pupuk yang berlebihan, sehingga mengakibatkan nitrifikasi dari sumbernya (*point source*) (Aswadi, 2006).



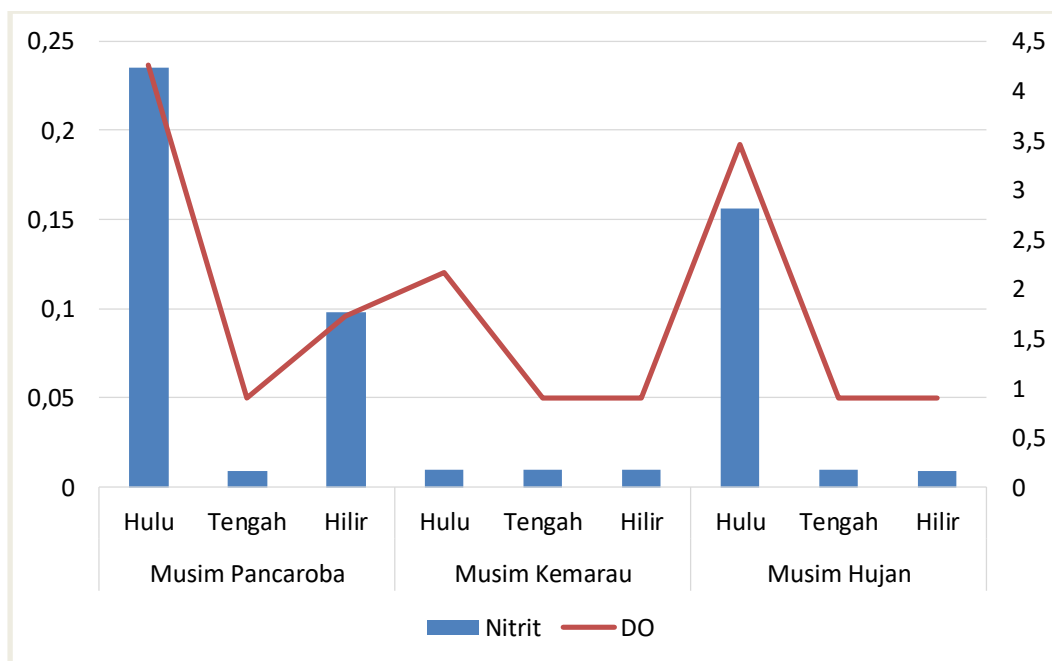
Gambar 4. Hubungan antara Nitrat dan oksigen terlarut

Dari **Gambar 4**, bisa dilihat hubungan antara konsentrasi oksigen terlarut dan nitrat dalam air berbanding lurus, meski ada beberapa hasil pengukuran yang tidak sesuai dengan teori seperti pada bagian hilir musim pancaroba dimana pada saat konsentrasi oksigen terlarut berada di angka 1,73 mg/l, naik dari bagian tengah sungai yang memiliki konsentrasi DO 0,9 mg/l, tetapi konsentrasi nitrat turun dari bagian tengah sungai dengan 1,8 mg/l, ke bagian hilir sungai dengan konsentrasi 1,4 mg/l. Hal yang berbeda dengan teori juga terdapat pada bagian hulu sungai di musim kemarau, dimana konsentrasi DO 2,17 mg/l, tetapi konsentrasi nitrat lebih kecil dari bagian tengah sungai dengan nilai 0,7 mg/l.

Konsentrasi oksigen terlarut yang rendah dalam air akan membuat proses reduksi nitrat menjadi nitrit, diikuti oleh reduksi nitrit menjadi amonia dan gas nitrogen. Dalam keadaan benar-benar anaerob reaksi nitrifikasi tidak dapat berlangsung. Hal tersebut membuktikan bahwa reduksi nitrat dapat meningkat dalam kondisi oksigen terlarut yang rendah (0 hingga 2 mg/l) (Aswadi, 2006).

Hubungan antara Nitrit dan Oksigen Terlarut

Nitrit merupakan bentuk peralihan antara amonia dan nitrat, yang pembentukannya sangatlah dipengaruhi oleh kandungan DO di perairan. Keberadaan nitrit menggambarkan berlangsungnya proses biologis degradasi bahan organik yang disesuaikan pada perairan khususnya yang memiliki kadar oksigen terlarut yang sangat rendah (Komarawidjaja, 2006). Pada konsentrasi DO yang tinggi, pembentukan nitrit akan berlangsung lebih cepat. Konsentrasi nitrit pada perairan yang mengandung DO lebih besar cenderung menghasilkan puncak grafik konsentrasi Nitrit yang lebih tinggi, seperti yang terlihat di bagian hulu sungai pada musim pancaroba. Hubungan ini akan ditunjukkan pada grafik di **Gambar 5**.



Gambar 5. Hubungan antara Nitrit dan Oksigen Terlarut

Dapat dilihat pada gambar diatas, pada saat konsentrasi DO dalam air tinggi, maka konsentrasi nitrit akan tinggi juga. Hal ini terjadi pada kondisi di musim pancaroba bagian hulu dan hilir, dan di musim hujan bagian hulu. Pada musim kemarau, konsentrasi DO relatif rendah sehingga konsentrasi nitrit dalam air juga ikut rendah. Selain itu faktor curah hujan juga mempengaruhi konsentrasi nitrit yang ikut terbawa dalam air larian (*run-off*) (Aswadi, 2006).

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian analisis kualitas air Sungai Cisangkan hal dapat disimpulkan yaitu;

1. Kualitas air Sungai Cisangkan sebagian besar mengalami penurunan kualitas dari hulu ke hilir yang disebabkan oleh air limbah yang didominasi berasal dari limbah domestik.
2. Kondisi Sungai Cisangkan yang berada di daerah padat penduduk menyebabkan beberapa parameter indikasi material organik bernilai cukup tinggi seperti parameter DO, COD, dan BOD₅
3. Perhatian dari pemerintah, berikut juga dari masyarakat sangat dibutuhkan untuk upaya pengelolaan Sungai Cisangkan supaya sungai ini memiliki kualitas air yang lebih baik lagi, sehingga dapat mengurangi tingkat pencemaran air sungai yang sudah sangat tercemar.
4. Salah satu rekomendasi upaya pengelolaan air sungai yaitu; perlu adanya meningkatkan penegakan hukum kepada industri atau pelaku lain yang terbukti mencemari sungai, meningkatkan pemantauan rutin kualitas sungai, memanfaatkan dan memelihara dengan baik fasilitas pengolahan limbah IPAL komunal yang sudah ada, melibatkan masyarakat dalam pengelolaan lingkungan sungai, dan perlu meningkatkan efektifitas pengelolaan dan manajemen IPAL yang lebih baik, dengan lebih melibatkan peran serta masyarakat dalam teknis pengelolaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswadi, M. (2006). Pemodelan Fluktuasi Nitrogen (Nitrit) pada Aliran Sungai Palu. *SMARTek*, 4(2).
- DIKLHD Kota Cimahi. (2020). *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kota Cimahi Tahun 2020*. Wali Kota Cimahi.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*: Kanisius.
- Koirewoa, D. C., & Raunsay, E. (2016). Status Pencemaran Senyawa Fenol pada Beberapa Sumber Air di Distrik Jayapura Selatan Kota Jayapura. *NOVAE GUINEA Jurnal Biologi*, 8(2).
- Komarawidjaja, W. (2006). Pengaruh perbedaan dosis oksigen terlarut (DO) pada degradasi amonium kolam kajian budidaya udang. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*, 1(1).
- Mahyudin dkk. (2015). Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *Indonesian Journal of Environment and Sustainable Development*, 6(2).
- Rahayu dkk. (2018). Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Air Sungai Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari Sektor Domestik. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 2(1).

- Rusydi dkk. (2015). Pencemaran limbah domestik dan pertanian terhadap airtanah bebas di kabupaten Bandung. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 25(2), 87-97.
- Soemarwoto, O. (1986). Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. *CV Rajawali. Jakarta*.
- Sugara, A. (2017). Implementasi Kebijakan Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kali Sabi di Kota Tangerang. *Mozaik*, 9(1), 299-371.
- Sugianti, Y., & Astuti, L. P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 203-212.
- Vandra dkk. (2015). *Studi Analisis Kemampuan Self Purification Pada Sungai Progo Ditinjau Dari Parameter Biological Oxygen Demand (Bod) Dan Dissolved Oxygen (Do)(Studi Kasus: Buangan (Outlet) Industri Tahu Skala Rumah KECAMATAN Lendah Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daer*. Diponegoro University.
- Widyaningsih dkk. (2016). Analisis total bakteri coliform di perairan muara kali wiso jepara. *Management of Aquatic Resources Journal*, 5(3), 157-164.
- Yustiani, Y. M., Mulyatna, L., & Anggadinata, A. (2020). Studi Identifikasi Kualitas Air Dan Kapasitas Biodegradasi Sungai Cibaligo. *Infomatek: Jurnal Informatika, Manajemen dan Teknologi*, 22(1), 23-30.