

PEMETAAN STATUS KUALITAS SUMBERDAYA AIR PERMUKAAN DI KOTA BOGOR DAN UPAYA PENGELOLAANNYA MENUJU KOTA SENSITIF AIR

(Mapping Of Status Of Surface Water Resources Quality In Bogor City And Its Management Efforts Towards Water Sensitive City)

Muhammad Ramdhan¹, Suria Darma Tarigan², Yuli Suharnoto³, dan Hadi Susilo Arifin⁴

Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor¹

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor²

Departemen Sipil dan Ilmu Lingkungan, Institut Pertanian Bogor³

Departemen Lanskap Arsitektur, Institut Pertanian Bogor⁴

Gedung Sekolah Pascasarjana Lantai II Kampus IPB Baranangsiang Bogor 16144

E-mail: [ramdhan_98@apps.ipb.ac.id.com](mailto:ramdhan_98@apps.ipb.ac.id)

ABSTRAK

Perkembangan Kota Bogor tidak bisa dilepaskan dari keberadaan dua sungai utama yang melewatinya, yaitu Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane. Aktivitas penduduk di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane sangat berpengaruh terhadap kualitas air sungai, karena sebagian dari limbah buangan hasil aktivitas tersebut langsung dibuang disungai. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane Kota Bogor pada tahun 2017. Data yang digunakan dari pengambilan sampel air di lapangan pada bulan Agustus di 10 titik pengamatan. Selanjutnya hasil dianalisa menggunakan Metode Water Quality Index (WQI). Parameter yang digunakan meliputi Temperatur, Total Dissolve Solid, Turbiditas, pH, DO, Nitrit, Amonia, Fosfat, Minyak dan Lemak serta Total Coliform. Parameter tersebut dianalisa secara insitu menggunakan alat portable Water Quality Checker juga melalui analisis laboratorium. dan hasilnya bahwa kualitas air yang masuk ke Kota Bogor mengalami penurunan setelah melewati area Kota Bogor.

Kata kunci: Kualitas air sungai, water quality index (WQI), kota sensitif air

ABSTRACT

The development of Bogor City can't be separated from the existence of two major rivers that pass through it, the Ciliwung and Cisadane Rivers. The activities of the people around the Ciliwung River and Cisadane River Basin are very influential on the quality of river water, because part of the waste disposal of these activities is directly disposed to the river. This analysis aims to determine the water quality of Ciliwung River and Cisadane River of Bogor City in 2017. Data used from field water sampling in the field in August at 10 points of observation. The results are analyzed using Water Quality Index Method (WQI). The parameters used include Temperature, Total Dissolve Solid, Turbidity, pH, DO, Nitrite, Ammonia, Phosphate, Oil and Fat and Total Coliform. The parameters were analyzed in situ using a Water Quality Checker portable device also through laboratory analysis. and the result that the quality of water entering the city of Bogor has decreased after passing through the area of Bogor City.

Keywords: River water quality, water quality index (WQI), water sensitive city

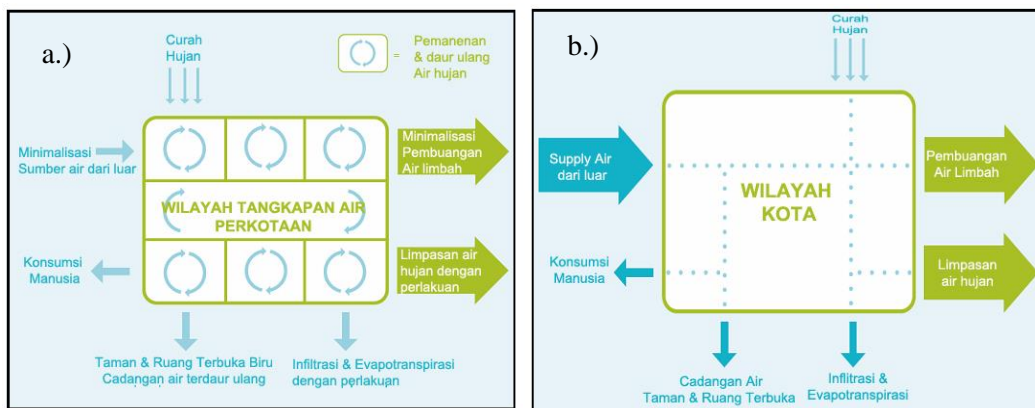
PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumberdaya air, khususnya air sungai, berpotensi menghasilkan polutan yang dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Pemanfaatan lahan untuk pertanian, permukiman, industri maupun kebutuhan mandi cuci kakus di kawasan sekitar sungai merupakan permasalahan umum penurunan kualitas air sungai. Selain itu, pembuangan air limbah industri dan domestik ke sungai, baik yang telah diolah maupun yang belum diolah, mempunyai potensi sebagai penyebab pencemaran bagi sungai (Slamet dan Karnaningroem, 2003). Kondisi tersebut disebabkan setiap beban air limbah yang dibuang ke sungai mengandung parameter-parameter fisik, kimia dan

biologi sehingga dapat merubah kualitas air sungai atau mempengaruhi besar nilai parameter lingkungan alami yang ada di di dalam sungai.

Seiring dengan meningkatnya beban air limbah yang dibuang ke sungai, upaya pengawasan dan monitoring kualitas air sungai juga perlu semakin ditingkatkan. Sungai merupakan sumber daya alam yang bersifat mengalir (*flowing resources*) sehingga pemanfaatan air di hulu akan menghilangkan peluang di hilir. Pencemaran di hulu sungai akan menimbulkan biaya sosial di hilir dan pelestarian di hulu memberikan manfaat di hilir (Azwir, 2006). Sungai Ciliwung dan Cisadane merupakan salah satu sungai lintas Provinsi pada wilayah Provinsi Jawa Barat, DKI Jakarta, dan Banten yang berfungsi sebagai sumber air minum, air baku industri, pertanian dan sumber air wilayah permukiman. Pemantauan kualitas air Sungai Ciliwung dan Cisadane sangat penting dilakukan untuk menilai kondisi kualitas air saat ini dari adanya beban pencemar yang masuk ke badan air. Perkembangan kependudukan di DAS Ciliwung dan Cisadane di Bogor mendorong peningkatan kebutuhan hidup sehingga bermunculan berbagai macam industri dan peternakan. Kegiatan pembangunan di DAS Ciliwung dan Cisadane, baik di hulu maupun di hilir tergolong sangat intensif dengan pertambahan penduduk yang tinggi, sebagai dampak tingginya dinamika pembangunan di wilayah Jabodetabek (Kurniawan *et al.* 2014).

Kota Bogor dilalui oleh Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane yang merupakan ekosistem terbuka. Sungai-sungai ini menerima beban pencemaran melalui saluran-saluran air dari berbagai sumber pencemar seperti limbah rumah tangga, industri, peternakan dan pertanian. Dengan demikian, pemanfaatan sungai Ciliwung dan Cisadane oleh masyarakat dipandang menjadi salah satu penyebab penurunan kualitas dan mutu air sungai (Trofisa, 2011). Kota Bogor diharapkan akan menjadi kota sensitif air di masa depan (Ramdhan *et al.* 2018). Konsep kota sensitif air mengacu pada 3 pilar utama yaitu; Kota sebagai penyerap air, Kota sebagai pemberi jasa lingkungan dan Kota sebagai tempat bagi pemerintahan dan masyarakat yang peduli akan air (Wong dan Brown 2009). Dengan demikian, kualitas air yang keluar dari sistem air perkotaan Kota Bogor diharapkan tidak lebih buruk dari air yang masuk kedalam kota Bogor (Gambar 1.).



Sumber: Priestley *et al.* 2012

Gambar 1. a.) Skema pengelolaan sumberdaya air pada umumnya, b.) Skema pengelolaan sumberdaya air dengan konsep kota sensitif air.

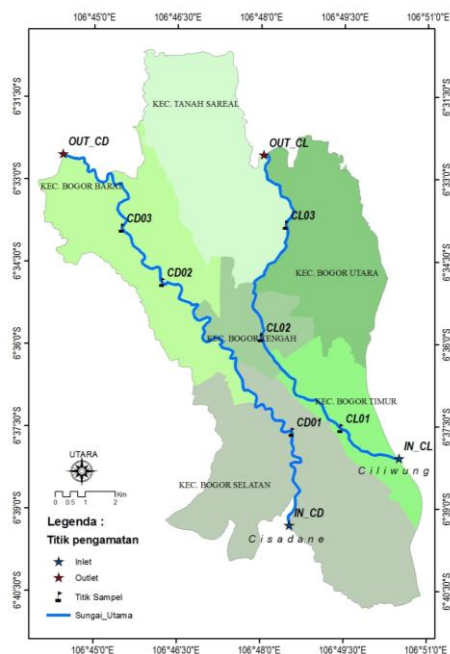
Informasi mengenai kualitas air sangat diperlukan dalam pengawasan dan pengendalian sistem air perkotaan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur kualitas air berdasarkan parameter Fisika, Kimia Anorganik, Kimia Organik dan Mikrobiologi pada *inlet*, aliran dalam kota dan *outlet* kota Bogor. Berdasarkan parameter-parameter tersebut akan ditentukan suatu indeks nilai kualitas air sebagai salah satu indikator status terkini Kota Bogor dalam pengelolaan sumberdaya airnya.

METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di aliran sungai Ciliwung dan Cisadane yang masuk dalam wilayah administrasi Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat. Secara geografis Kota Bogor terletak pada rentang

koordinat 106° 43' 59.2" - 106° 50' 54.8" BT ; 6° 30' 38.6" - 6° 40' 48.5" LS (Gambar 1), Kota Bogor berbatasan langsung dengan Kabupaten Bogor. Kota Bogor mempunyai rata-rata ketinggian minimum 190 m dan maksimum 330 m dari permukaan laut Kondisi iklim di Kota Bogor selama tahun 2016: suhu rata-rata tiap bulan maksimum 31,8 °C dan minimum 23,3 °C, kelembaban udara 93,6 %, curah hujan rata-rata bulanan minimum 365,6 mm dan maksimum 402,9 mm dengan curah hujan terbesar terjadi pada bulan September 2016 (BPS 2017).



Gambar 2. Peta lokasi penelitian.

Untuk mengetahui kualitas air, dilakukan pengamatan pada nilai parameter Fisika, Kimia dan Mikrobiologi sampel air di titik masuk (*inlet*) dan keluar (*outlet*) dua sungai utama Kota Bogor, dan di titik pengamatan dalam Kota Bogor. Tabel 1. Mendeskripsikan lokasi titik pengambilan sampel. Pengambilan sampel uji air dilakukan tanggal 16 - 30 Agustus 2017 pengambilan sampel dilakukan pada pagi dan sore hari. Pengukuran parameter Suhu, DO, Turbiditas dan pH dilakukan di lapangan menggunakan alat *Water Quality Cheker*. Sedangkan untuk parameter lainnya, dilakukan dengan pengambilan sampel air menggunakan botol uji plastik, kemudian dilakukan prosedur analisis di Laboratorium.

Tabel 1. Deskripsi lokasi titik sampling.

No	Nama Titik	Koordinat		Deskripsi Lokasi	Jarak Kumulatif (Km)
		Bujur Timur	Lintang Selatan		
Sungai Ciliwung					
1	IN_CL	106° 50' 28,5"	6° 38' 04,3"	Pemukiman, Bawah jembatan tol Jagorawi	0
2	CL01	106° 49' 08,9"	6° 37' 12,9"	Pemukiman, Ujung Perumahan Bbk. Perumnas Tajur	2,3
3	CL02	106° 48' 00,5"	6° 35' 34,2"	Ruang Terbuka, Kebun Raya bogor	7,2
4	CL03	106° 48' 18,3"	6° 34' 24,7"	Pemukiman, Jl. Ahmad Yani - Warung Jambu	10,6
5	OUT_C L	106° 48' 01,8"	6° 32' 33,8"	Kebun campuran, Cilebut	15,0
Sungai Cisadane					
6	IN_CD	106° 48' 37,4"	6° 39' 24,3"	Ruang Terbuka, Ujung Perkuburan Cina-Cipaku	0

7	CD01	106° 48' 33,5"	6° 37' 34,8"	Pemukiman, Stasiun Kereta Batu Tulis	3,7
8	CD02	106° 46' 14,8"	6° 34' 54,8"	Pemukiman, Ujung perumahan Gg. kelor	13,3
9	CD03	106° 45' 36,7"	6° 34' 00,5"	Kebun Campuran, Bawah Jembatan Arah Yasmin-Bubulak	16,0
10	OUT_C D	106° 44' 38,6"	6° 32' 37,4"	Pemukiman, Jl. Atang Sanjaya - Bantar Kambing	20,9

Penentuan Indeks Kualitas Air

Nilai Water Quality Indeks (WQI) digunakan untuk mengetahui status kualitas air di permukaan Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane. WQI sangat cocok untuk digunakan pada pengukuran kualitas perairan untuk pengawasan dan pengendalian polusi perairan. Khususnya di negara yang sedang berkembang seperti Indonesia (Abrahão et al 2007, Kaswanto et al. 2012). Parameter yang digunakan dalam perhitungan WQI sangat fleksibel, dapat menyesuaikan dengan maksud dan tujuan dari kegiatan monitoring kualitas perairan di suatu tempat. Adapun formula yang digunakan dalam perhitungan WQI sebagai berikut (**Persamaan 1**)

$$WQI = K \frac{\sum CiPi}{\sum Pi} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

Ci = Nilai presentase parameter terkait , seperti pada **Tabel 2**.

Pi = Bobot Parameter, seperti pada **Tabel 2**.

K = Konstanta penyesuaian untuk fungsi aspek visual dari air besarnya adalah sebagai berikut: 1.00 untuk air yang jernih dan tanpa kontaminasi; 0.75 untuk air yang keruh dan berwarna tidak natural; 0.50 untuk air tercemar dengan warna dan bau yang sedang sampai kuat; 0.25 untuk air yang hitam dan memperlihatkan adanya proses fermentasi dan bau yang kuat (Abrahamo 2007 et al.) Nilai K untuk sungai Ciliwung dan Cisadane adaah 0,75. Dikarenakan penampakan air di lapangan yang keruh berwarna kecoklatan (**Gambar 3**). **Tabel 2**. menampilkan nilai presentase Ci dari parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Ada 10 parameter dengan nilai rentang Ci 0 – 100%. Bobot dari masing-masing parameter juga terdapat tabel, dengan bobot terbesar ada pada parameter Turbiditas dan DO. Selanjutnya nilai parameter akan diubah menjadi nilai indeks kualitas air dengan menggunakan kategori pada **Tabel 3** dan **Tabel 4**. **Tabel 3** menerangkan kualitas air per-parameter, sedangkan **Tabel 4** menampilkan hasil kategori WQI hasil agregat seluruh parameter di suatu titik sampel.



Gambar 3. Foto memperlihatkan kondisi air yang keruh. Kanan foto lokasi sungai Ciliwung (CL-02, Kebun Raya Bogor); kiri foto lokasi sungai Cisadane (CD-02, depan Stasiun Batutulis).

Tabel 2. Bobot dan nilai presentase parameter untuk perhitungan WQC.

Parameter	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Bobot (Pi)	1	2	4	1	4	2	3	1	2	3	
Nilai hasil analisis dari parameter	>	>	>	1	0	>	> 1,25	>	>	>	0
	45	10000	250	2	1	0,50	1,00	2	2	10000	10
	40	5000	180	3	2	0,25	0,75	1,25	1	7000	20
	36	3000	100	4	3	0,20	0,5	1	0,60	5000	30

32	2000	50	5	3,5	0,15	0,4	0,75	0,30	4000	40
30	1500	20	6	4	0,10	0,30	0,5	0,15	3000	50
28	1000	18	6,5	5	0,05	0,20	0,3	0,08	2000	60
26	750	15	9	6	0,025	0,10	0,2	0,04	1500	70
24	500	10	8,5	6,5	0,010	0,05	0,1	0,02	1000	80
22	250	8	8	7	0,005	0,03	0,05	0,01	500	90
21	<	<	7	7,5	0	0	< 0,025	0	<	100

Sumber : Abrahão et al. 2007 dan Kaswanto et al. 2012

Keterangan: A=Temperatur (°C); B=TDS (mg/L); C=Turbiditas (NTU); D=pH, E=DO (mg/L); F=Nitrit (mg/L); G= Amonia (mg/L); H=Fosfat (mg/L); I= Minyak dan Lemak (mg/L); J= Total Coliform (MPN/100ml); K= Persentase Nilai Ci.

Tabel 3. Kualitas air berdasarkan metode WQI

Persentase Nilai Ci	Kualitas Air
0	Sangat Buruk Sekali
10	Sangat Buruk
20	Buruk
30	Tidak menyenangkan
40	Tidak patut
50	Normal
60	Dapat diterima
70	Menyenangkan
80	Bagus
90	Sangat Bagus
100	Sangat Bagus Sekali

Sumber: Abrahão et al. 2007

Tabel 4. Kategori nilai WQI.

91 ≤ index ≤ 100	Baik Sekali
61 ≤ index < 91	Baik (dapat diterima)
31 ≤ index < 61	Cukup
16 ≤ index < 31	Buruk
0 ≤ index < 16	Sangat Buruk

Pengambilan Data

Dari literatur-literatur mengenai pengukuran kualitas air yang dilakukan oleh Kaswanto et al. (2012), banyaknya parameter yang digunakan dalam perhitungan WQI tersebar antara 7 – 26 parameter. Peneliti ini menggunakan 10 jenis parameter yang tersebar dalam 4 kelompok data mengacu pada PP 82/2001. Untuk pengambilan parameter tersebut, dilakukan survey lapangan mengacu pada peta kerja dan bantuan GPS handheld untuk mencapai lokasi titik sampel. Adapun pengukuran parameter kualitas air dilakukan dengan menggunakan alat multiparameter *Water Quality Checker* dan Botol sampler. Jenis parameter dan metode analisis yang digunakan seperti tertera pada **Tabel 5.**

Tabel 5. Jenis parameter dan metode analisis yang digunakan.

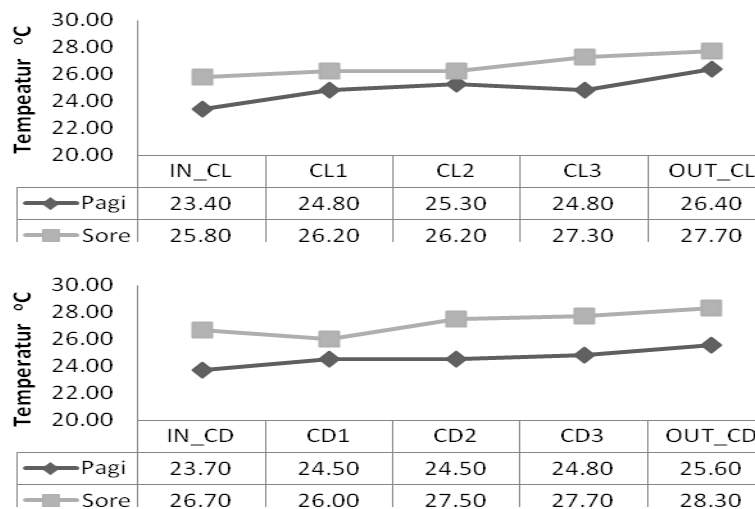
No	Parameter	Satuan	Alat/Metode	Keterangan
FISIKA				
1	Temperatur	°C	Multiparameter WQC	<i>In situ</i>
2	Total Dissolve Solid	mg/L	Multiparameter WQC	<i>In situ</i>

3	Turbiditas	NTU	Multiparameter WQC	<i>In situ</i>
KIMIA ANORGANIK				
4	pH		Multiparameter WQC	<i>In situ</i>
5	DO	mg/L	Multiparameter WQC	<i>In situ</i>
6	Nitrit	mg/L	SNI 06-6989.9-2004	Laboratorium
7	Amonia	mg/L	SNI 06-6989.30-2005	Laboratorium
8	Fosfat	mg/L	SNI 06-6989.31-2005	Laboratorium
KIMIA ORGANIK				
9	Minyak dan Lemak	ug /L	SNI 06-6989.10-2004	Laboratorium
MIKROBIOLOGI				
10	Total Coliform	jml/100 ml	IK 5.5 1.4BLP2/10 / 2015 (APM 5 Tabung)	Laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Temperatur

Temperatur di dua sungai utama kota Bogor menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada sore hari. Hal ini dikarenakan paparan sinar matahari di siang hari dapat menaikkan suhu permukaan air sungai. Bagian inlet sungai yang masuk ke area kota Bogor suhunya relatif lebih rendah dari outletnya (**Gambar 4.**)



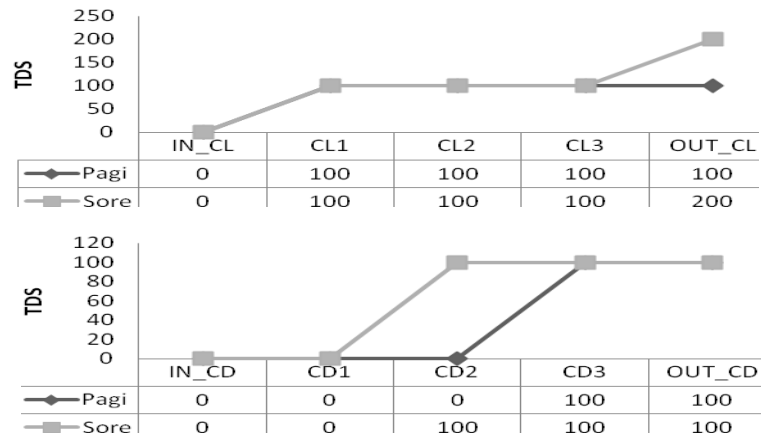
Gambar 4. Grafik nilai temperatur pada titik pengamatan.

BPS (2017) mencatat bahwa temperatur udara di kota Bogor pada bulan Agustus adalah 22,7 - 32,2 °C. Dari hasil pengukuran temperatur air permukaan di sungai Ciliwung berkisar antara 23,4 – 27,7 °C, sedangkan temperatur air permukaan di sungai Cisadane berkisar antara 23,7 – 28,3 °C (Gambar 4). Kondisi temperatur air di titik-titik sampel sungai Ciliwung dan Cisadane masih dalam kondisi baik. Karena menurut PP 82/2001, untuk kategori air kelas I, II dan III deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya adalah sebesar 3 °C (SETKAB 2001). Sedangkan dari nilai presentase Koefisien WQI, rentang kualitas air berdasarkan suhu berada pada 60% - 80% yang berarti dapat diterima hingga bagus.

B. Total Dissolve Solid

Total Dissolve Solid (TDS) dalam Bahasa Indonesia berarti Jumlah Zat Padat Terlarut. TDS merupakan indikator dari jumlah partikel atau zat tersebut, baik berupa senyawa organik maupun non-organik. Pengertian terlarut mengarah kepada partikel padat di dalam air yang memiliki ukuran di bawah 1 nano-meter. Satuan yang digunakan biasanya ppm (part per million) atau yang sama dengan miligram per liter (mg/l) untuk pengukuran konsentrasi massa kimiawi yang

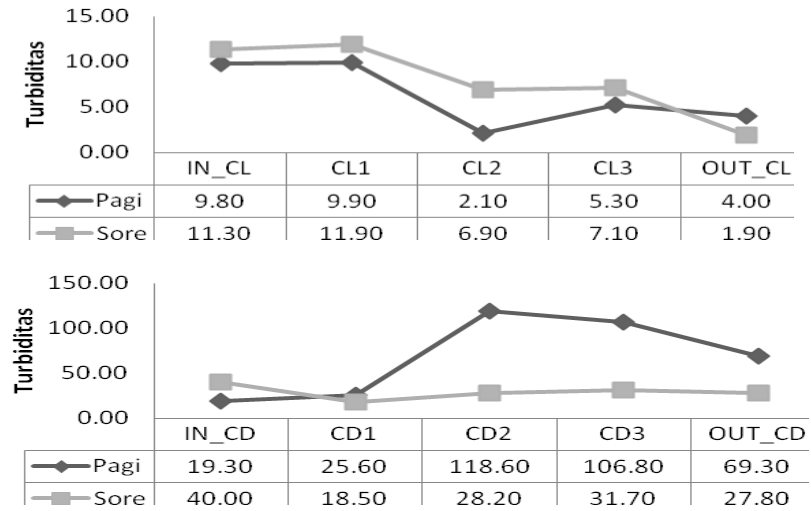
menunjukkan berapa banyak gram dari suatu zat yang ada dalam satu liter dari cairan. Zat atau partikel padat terlarut yang ditemukan dalam air dapat berupa natrium (garam), kalsium, magnesium, kalium, karbonat, nitrat, bikarbonat, klorida dan sulfat. Nilai TDS di kedua sungai terdeteksi memiliki kualitas yang sangat bagus sekali saat masuk ke kota Bogor dan keluar dengan kualitas yang sangat bagus. Rentang nilai berada di kisaran 0 – 200 mg/L (**Gambar 5**).



Gambar 5. Grafik nilai TDS pada titik pengamatan.

C. Turbiditas

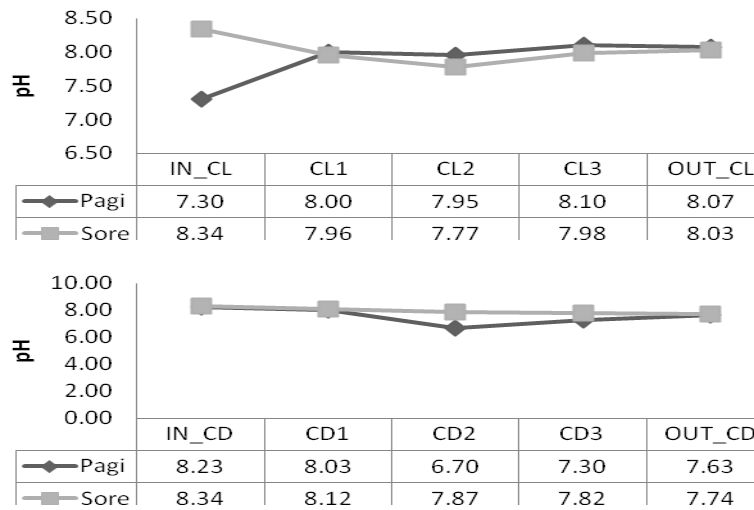
Kekeruhan suatu perairan dinyatakan dalam bentuk turbiditas. Turbiditas adalah ukuran tingkat kejernihan relatif suatu cairan. Ini adalah karakteristik optik air dan merupakan ekspresi dari jumlah cahaya yang tersebar oleh materi di dalam air ketika cahaya bersinar melalui sampel air. Semakin tinggi intensitas cahaya yang tersebar, semakin tinggi kekeruhannya. Bahan yang menyebabkan air menjadi keruh termasuk tanah liat, lanau, materi organik dan organik yang halus, ganggang, larutan senyawa organik berwarna, plankton dan organisme mikroskopis lainnya (Swanson dan Baldwin 1965). Dari hasil pengamatan lapangan, turbiditas di Sungai Ciliwung dan Cisadane berada dalam rentang level yang cukup lebar (**Gambar 6**). Dari angka 1,90 mg/L hingga 118,60 mg/L. Sungai Cisadane memiliki tingkat kekeruhan yang lebih tinggi daripada Sungai Ciliwung. Pada sungai Cisadane air yang keluar dari kota Bogor relatif lebih keruh apabila dibandingkan dengan air yang pertama kali masuk kota Bogor. Sedangkan untuk sungai Ciliwung, terdapat penurunan kekeruhan di titik CL2 yang merupakan lokasi Kebun Raya Bogor. Hal ini menunjukkan dampak positif dari keberadaan hutan kota seperti Kebun Raya Bogor, yang secara signifikan dapat menurunkan tingkat kekeruhan air.



Gambar 6. Grafik nilai turbiditas pada titik pengamatan.

D. pH

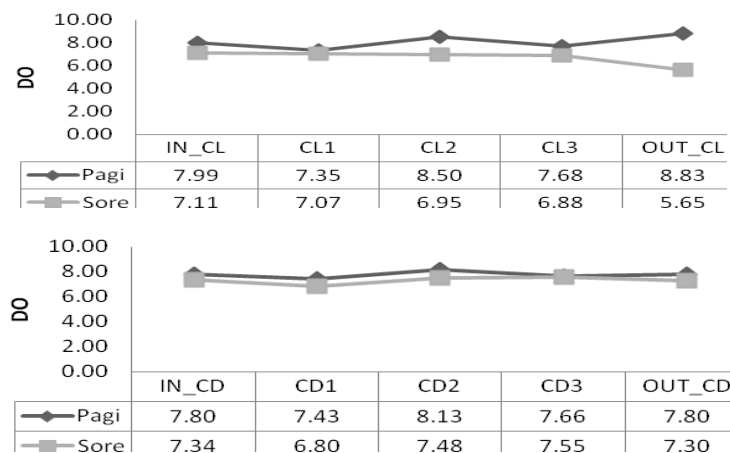
Tingkat keasaman/basa di suatu perairan ditunjukkan dengan nilai pH. Rentang pH mulai dari 0 - 14, dengan angka 7 berarti netral. pH kurang dari 7 menunjukkan keasaman, sedangkan pH lebih besar dari 7 menunjukkan basa. pH adalah ukuran dari jumlah relatif dari ion hidrogen dan hidroksil bebas di dalam air. Air yang memiliki lebih banyak ion hidrogen bersifat asam, sedangkan air yang memiliki lebih banyak ion hidroksil bersifat basa. Secara kimia pH adalah indikator yang penting, karena pH sangat dipengaruhi oleh keberadaan bahan kimia di dalam air. pH air menentukan kelarutan (jumlah yang dapat dilarutkan dalam air) dan ketersediaan biologis (jumlah yang dapat dimanfaatkan oleh kehidupan akuatik). pH hasil pengukuran di Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane yang melalui kota Bogor masih terhitung normal. Berada pada rentang nilai 6 – 9.



Gambar 7. Grafik nilai pH pada titik pengamatan.

E. DO

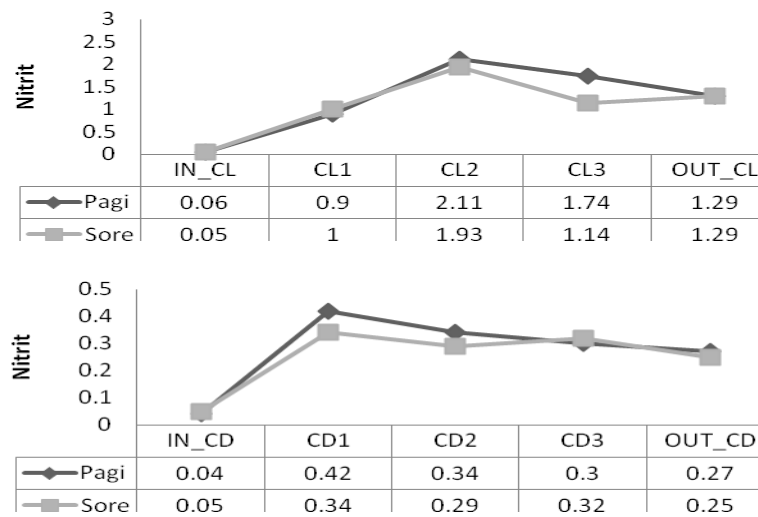
Air yang bergerak, seperti sungai, cenderung mengandung banyak oksigen terlarut (DO). Sedangkan air yang tergenang mengandung lebih sedikit DO. Bakteri dalam air dapat mengkonsumsi oksigen sebagai peluruhan bahan organik. Dengan demikian, kelebihan bahan organik di danau dan sungai dapat menyebabkan kondisi eutrofikasi. Eutrofikasi merupakan kondisi kekurangan oksigen yang dapat menyebabkan kematian pada organisme perairan. Biota akuatik dapat sulit bernafas di air yang tergenang yang memiliki banyak bahan organik yang membusuk di dalamnya, terutama di musim panas (Swanson dan Baldwin 1965). Hasil pengamatan di lapangan, nilai DO di sungai Ciliwung dan Cisadane yang melewati kota Bogor relatif dalam kondisi Sangat Bagus. Dengan rentang nilai 6,65 mg/L sampai dengan 8,50 mg/L (Gambar 8).



Gambar 8. Grafik nilai DO pada titik pengamatan.

F. Nitrit

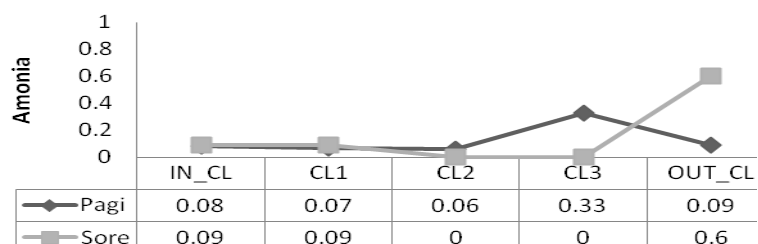
Salah satu faktor penting dalam perairan khususnya dalam hal distribusi nutrient adalah aliran sungai sehingga dapat membentuk suatu ekosistem dengan produktifitas tinggi. Kadar nutrisi dalam perairan antara lain dipengaruhi oleh kandungan limbah yang mengalir kedalam sungai dan sekitarnya (Odum, 1971). Salah satu bagian dari siklus nitrogen yang merupakan ion-ion anorganik alami adalah Nitrat (NO₃⁻) dan nitrit (NO₂⁻). Sampah yang mengandung nutrien dapat terurai akibat aktifitas mikroba di tanah atau air. Nitrogen organik mula-mula diurai menjadi ammonia, kemudian dioksidasikan menjadi nitrit dan nitrat. Dalam air bawah tanah dan air yang terdapat di permukaan, nitrat menjadi senyawa yang paling sering ditemukan. Hal ini terjadi Karena nitrit dapat dengan mudah dioksidasikan menjadi nitrat. Pencemaran oleh pupuk nitrogen, termasuk amonia komersil dan juga sampah organik hewan maupun manusia, dapat meningkatkan kadar nitrat di dalam air. Senyawa yang mengandung nitrat di dalam tanah biasanya larut dan dengan mudah bermigrasi dengan air bawah tanah. **Gambar 9** menunjukkan adanya kenaikan nilai kandungan Nitrit dari air yang masuk kedalam kota Bogor dengan air yang keluar kota Bogor. Terutama pada titik di pertengahan kota yang merupakan pusat aktifitas penduduk kota Bogor. Nilai kandungan nitrit pada sungai Ciliwung lebih besar daripada Sungai Cisadane.

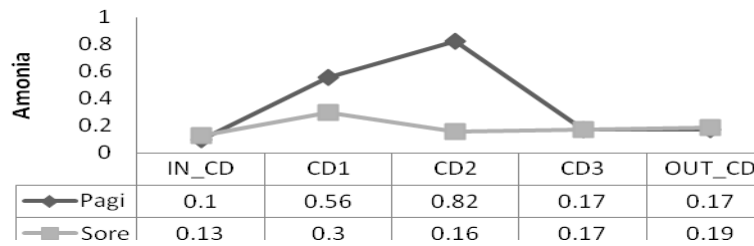


Gambar 9. Grafik nilai nitrit pada titik pengamatan.

G. Amonia

Konsentrasi amonia yang tinggi dalam badan sungai mengindikasikan adanya pencemaran yang salah satunya disebabkan oleh buangan air limbah domestik baik segar (tidak terolah) maupun telah terolah, 49% dari total pencemaran berasal dari amonia (Hibban et al. 2016). Amonia juga dapat mengurangi konsentrasi oksigen dalam air. **Gambar 10** menunjukkan kenaikan nilai kandungan amonia di dalam kota Bogor. Terutama pada titik di pertengahan kota, terutama yang dilalui sungai Cisadane, dimana lokasi tersebut merupakan pusat aktifitas penduduk kota Bogor. Nilai kandungan amonia yang keluar pada sore hari dari sungai Ciliwung lebih besar daripada Sungai Cisadane.

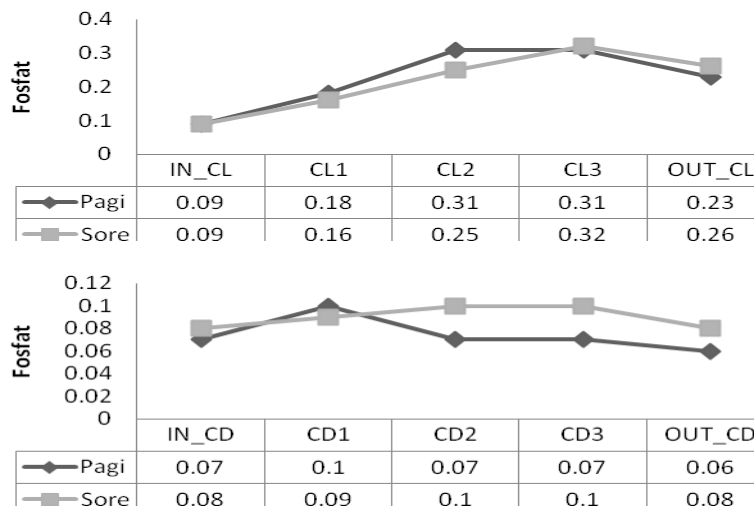




Gambar 10. Grafik nilai amonia pada titik pengamatan.

H. Fosfat

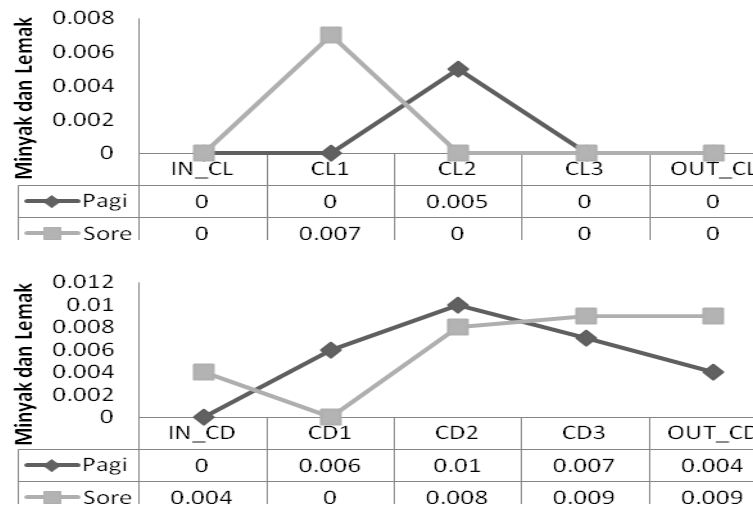
Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Fosfor merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga, sehingga sangat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan. Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Di daerah pertanian ortofosfat berasal dari bahan pupuk yang masuk ke dalam sungai atau danau melalui drainase dan aliran air hujan. Polifosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan deterjen. Fosfat organik terdapat dalam air buangan penduduk dan sisa makanan. Fosfat organik dapat pula terjadi dari ortofosfat yang terlarut melalui proses biologis karena baik bakteri maupun tanaman menyerap fosfat bagi pertumbuhannya (Suwandi et al. 2014). **Gambar 11** menunjukkan nilai kandungan Fosfat di sungai Ciliwung dan Cisadane yang melewati kota Bogor cenderung stabil, masih dalam kategori dapat diterima sampai bagus. Nilai kandungan fosfat di sungai Ciliwung lebih besar daripada Sungai Cisadane.



Gambar 11. Grafik nilai fosfat pada titik pengamatan.

I. Minyak dan Lemak

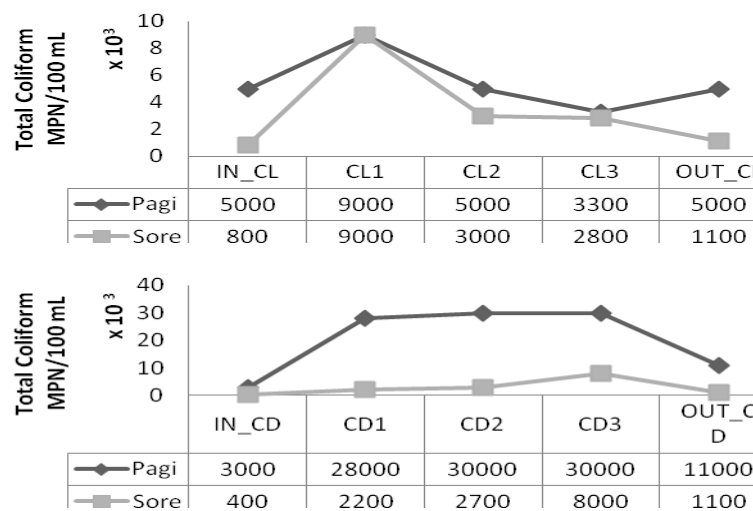
Minyak dan lemak merupakan salah satu zat kimia organik. Zat kimia organik merupakan indikator umum bagi pencemaran. Tingginya zat kimia organik yang dapat dioksidasi menunjukkan adanya pencemaran. Zat organik mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Oleh sebab itu, bila zat organik banyak terdapat di badan air, dapat menyebabkan jumlah oksigen di dalam air berkurang. Bila keadaan ini terus berlanjut, maka jumlah oksigen akan semakin menipis sehingga kondisi menjadi anaerob dan dapat menimbulkan bau (Sawyer dan McCarty 1978). **Gambar 11** menunjukkan nilai kandungan minyak dan lemak di sungai Ciliwung dan sungai Cisadane yang melewati kota Bogor cenderung stabil, masih dalam kategori sangat bagus. Nilai kandungan fosfat di sungai Cisadane lebih besar daripada Sungai Ciliwung.



Gambar 12. Grafik nilai minyak dan lemak pada titik pengamatan.

J. Total Coliform

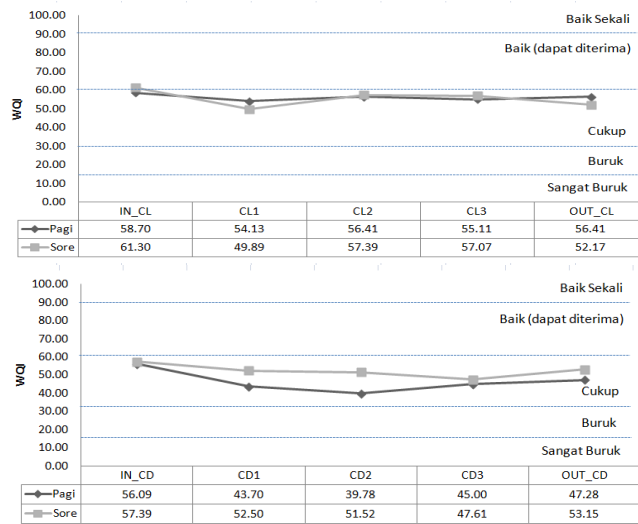
Coliform merupakan bakteri yang digunakan sebagai indikator pencemaran air oleh tinja yang ditularkan oleh bakteri patogen. Keberadaan mikroorganisme dalam air menjadi salah satu parameter biologis yang dapat menentukan kualitas air. Adanya bakteri Coliform dan E-coli menunjukkan tingkat sanitasi yang rendah (Gruber et al. 2014). **Gambar 13** menunjukkan nilai kandungan Total Coliform di dalam kota Bogor. Kondisinya cukup buruk, terutama yang dilalui sungai Cisadane, dimana total coliform yang ada telah melewati ambang batas sangat buruk sekali yaitu > 14.000 MPN/100 mL. Nilai kandungan Total Coliform yang keluar dari kota Bogor di sungai Cisadane maupun sungai Ciliwung lebih besar daripada yang masuk.



Gambar 13. Grafik nilai total coliform pada titik pengamatan.

K. WQI

Nilai WQI pada kedua sungai yang melintasi kota Bogor. Untuk sungai Ciliwung, kualitas air yang masuk ke Kota Bogor berada pada kondisi baik (dapat diterima) kemudian keluar dengan kualitas yang cukup. Sedangkan di sungai Cisadane, kualitas air yang masuk ke Kota Bogor berada pada kondisi cukup kemudian keluar dengan kualitas yang cukup. Kondisi kualitas air di kedua sungai tersebut saat keluar dari kota Bogor sama-sama terjadi penurunan nilai WQI (**Gambar 14**).



Gambar 14. Grafik nilai WQI pada titik pengamatan.

L. Upaya Pengelolaan Sumberdaya Air di Kota Bogor menuju Kota Sensitif Air

Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities Monash University memberikan suatu panduan bagi kota-kota di Australia untuk menuju kota sensitif air (Brown *et al.* 2016). Ada 7 (tujuh) hal penting yang harus dilakukan dalam mewujudkan kota Bogor Sebagai Kota Sensitif Air. Pertama adalah pemerintahan kota bogor harus memiliki Pengetahuan, keterampilan dan kapasitas organisasi yang menjadikan air adalah elemen utama dalam perencanaan tata ruang kota. Pemerintah daerah kota Bogor mampu melakukan Pengaturan dan proses institusional lintas sektor terkait sumberdaya air dengan juga memperhatikan keterlibatan, partisipasi publik dan transparansi. Kota Bogor memiliki kepemimpinan, visi jangka panjang dan komitmen untuk mengelola sumberdaya air dengan baik. Pemerintahan Kota Bogor memberikan pendanaan untuk pengelolaan sumberdaya air dalam rangka mendapatkan nilai sosial yang luas. Masyarakat Kota Bogor memiliki persamaan representasi dan perspektif pengelolaan sumberdaya air.

Kedua peningkatan modal sosial masyarakat Kota Bogor dalam literasi air, Keterhubungan dengan air, Pembagian kepemilikan/tanggung jawab dalam pengelolaan sumberdaya air. Menyiapkan komunitas dalam merespon kejadian ekstrim terkait bencana akibat air. Melibatkan masyarakat lokal dalam perencanaan air. Ketiga adalah memberikan persamaan pada layanan dasar. Kesamaan hak akses terhadap persediaan air yang sehat dan aman. Kesamaan hak akses terhadap sanitasi yang tersedia dan aman. Kesamaan hak akses terhadap perlindungan banjir. Kesamaan dan keterjangkauan akses terhadap nilai kenyamanan terkait aset perairan. Keempat dengan melakukan perbaikan produktifitas dan efesiensi sumber daya di Kota Bogor. Layanan terkait sumberdaya air harus dapat memberi akses keuntungan bagi sektor lain. Emisi Gas Rumah Kaca yang rendah pada sektor air. Menyediakan kebutuhan tempat air minum yang layak bagi seluruh masyarakat Kota Bogor. Memberikan peluang bisnis terkait air. Memaksimalkan pemulihan sumberdaya air (*recycle* air).

Kelima adalah Melakukan upaya perbaikan kesehatan lingkungan berupa; terjaganya habitat yang sehat dan beragam. Menjaga kualitas aliran air permukaan. Menjaga kualitas air tanah dan pengisiannya. Perlindungan kawasan eksisting yang memiliki nilai ekologi tinggi. Keenam dengan memastikan ruang kota yang berkualitas. Pengaktifan penghubung ruang hijau dan biru perkotaan. Memperhatikan fungsi elemen perkotaan bagi mitigasi dampak pemanasan global. Memperbanyak liputan vegetasi. Ketujuh, mempromosikan infrastruktur yang adaptif. Yaitu infratraktur yang memiliki multifungsi bagi pemenuhan persediaan air yang tepat guna. Sistem monitoring yang terintegrasi dan canggih. Infrastruktur yang tahan terhadap gangguan. Infrastruktur yang pengelolaannya dalam beragam skala. Dan Infrastruktur yang dirawat secara memadai.

KESIMPULAN

Kota Bogor belum termasuk kedalam kota sensitif air. Karena masih memberikan dampak negatif terhadap kualitas air permukaan yang ada di wilayahnya. Hal ini terlihat pada penurunan nilai WQI di Sungai Ciliwung sebesar 2,29% di pagi hari dan 9,13% pada sore hari. Sedangkan di Sungai Cisadane terjadi penurunan WQI sebesar 9,62% pada pagi hari dan 4,24 % pada sore hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kepada pihak *Australia-Indonesia Center Cluster Urban Water* yang telah menjadikan Kota Bogor sebagai salah satu studi kasus dalam pengembangan kota sensitif air di Indonesia. Juga kepada Kementerian Kelautan Perikanan yang telah memberikan dana dan dukungan kepada penulis utama dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwir, 2006, Analisa pencemaran air Sungai Tapung Kiri oleh limbah industri kelapa sawit PT. Peputra Masterindo di Kabupaten Kampar, *Tesis*, Universitas Diponegoro Semarang
- Abrahão R, Carvalho M, Silva W R, Viana T T, Machado, Gadelha C L M, Hernandez M I M, 2007, Use of index analysis to evaluate the water quality of a stream receiving industrial effluents, *Water SA*, Vol. 33, No. 4, pp. 459-466
- BPS, 2017, *Kota Bogor Dalam Angka 2017*, Badan Pusat Statistik, Bogor
- Brown R, Rogers B, Werbeloff L, 2016, *Moving toward Water Sensitive Cities: A guidance manual for strategists and policy makers*, Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities, Melbourne, Australia
- Gruber J S, Ercumen A, Colford J M Jr., 2014, Coliform Bacteria as Indicators of Diarrheal Risk in Household Drinking Water: Systematic Review and Meta-Analysis, *PLoS ONE* 9(9): e107429. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107429>
- Hendrawan D, 2008, Kualitas Air Sungai Ciliwung Ditinjau Dari Parameter Minyak Dan Lemak, *JIPPI*, Vol 15, No.2
- Hibban M, Rezagama A, Purwono, 2016, Studi Penurunan Konsentrasi Amonia Dalam Limbah Cair Domestik Dengan Teknologi Biofilter Aerobmedia Tubular Plastik Pada Awal Pengolahan, *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol 5, No.2, Universitas Diponegoro, Semarang
- Kaswanto R L, Arifin H S, Nakagoshi N, 2012, Water Quality Index as a Simple Indicator for Sustainability Management of Rural Landscape in West Java-Indonesia, *International Journal of Environmental Protection*, Vol. 2 Iss. 12, PP. 17-27
- Kurniawan A, Wirasembada YC, Ihsan M, 2014, Estimasi Kualitas Air Sungai Ciliwung Dan Cisadane Di Kota Bogor Berdasarkan Beban Dan Indeks Pencemaran, *Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia*, hal 161-169
- Odum EP, 1971, *Fundamental of Ecology*, 3rd Edition, W.B. Saunders, Philadelphia
- Priestley A J, Biermann S., Laves G. 2012. *Towards Assessment Criteria for Water Sensitive Cities*. Urban Water Security Research Alliance. Technical Report No. 43. Queensland.
- Ramdhan M, Arifin H S, Suharnoto Y, Tarigan S D, 2018, Towards Water Sensitive City: Lesson Learned from Bogor Flood Hazard in 2017, *The 2nd International Conference on Energy, Environmental and Information System, E3S Web Conf*, Volume 31, EDP Sciences, Les Ulis Cedex, France
- Sawyer C N, McCarty P L, 1978. *Chemistry for Environmental Engineering* (4th ed.), McGraw-Hill, New York
- SETKAB, 2001, *Lampiran Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang: Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*, Deputy Sekretaris Kabinet Bidang Hukum dan Perundang-undangan, Jakarta
- Slamet A., Karnaningroem, N. 2005, Pengaruh hidrodinamika pada penyebaran polutan di sungai dengan aliran horizontal dua dimensi. *Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Suwandi Y, Bali S, Itnawita, 2014, Analisis Total Fosfat, Nitrat Dan Logam Timbal Pada Sungai Sail Dan Sungai Air Hitam Pekanbaru, *JOM FMIPA*, Volume 1, No. 2, hal 56-66
- Swanson H A, Baldwin H L, 1965, *A Primer on Water Quality*, U.S. Geological Survey, Virginia, USA
- Trofisa D, 2011, Kajian Pencemaran dan Daya Tampung Pencemaran Sungai Ciliwung di Segmen Kota Bogor. *Skripsi*, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Wong T H F, Brown R R. 2009. The water sensitive city: principles for practice. *Water Science & Technology*. IWA Publishing. Melbourne-VIC.

Halaman ini sengaja kami kosongkan