

## OP-021 POTENSI BEBAN PENCEMARAN NITROGEN DARI INLET SUNGAI KE WADUK CIRATA, JAWA BARAT

**Fanny Novia**

Teknik Lingkungan, Universitas Sahid  
e-mail: fannynovia6@gmail.com

### ABSTRAK

Waduk sebagai salah satu infrastruktur kota yang memegang peranan penting dalam aspek ketahanan air perlu diperhatikan kualitasnya. Beban organik adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas air waduk. Beban organik pada Waduk Cirata dapat berasal dari kegiatan budidaya keramba jaring apung dan dari masukan inlet sungai yang mengalir ke Waduk Cirata. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung beban organik nitrogen yang masuk dari sungai yang masuk ke Waduk Cirata serta mengetahui tren kualitas air sungai dari parameter amonia, nitrit dan nitrat dari inlet Sungai Citarum, Sungai Cisokan dan Sungai Cibalagung. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata beban organik dari tahun 2011-2014 yang masuk ke Waduk Cirata dari Sungai Citarum adalah 2210,318 kg/hari, dari Sungai Cisokan adalah 855,797 kg/hari dan dari Sungai Cibalagung adalah 216,609 kg/tahun. Nilai beban organik yang masuk dari sungai tersebut dapat dikatakan cukup tinggi sehingga dikhawatirkan dapat menambah beban nitrogen dan mempengaruhi kualitas air di waduk tersebut. Oleh karena itu, dalam pengelolaan Waduk Cirata selain juga menitikberatkan pada pengendalian jumlah Keramba Jaring Apung, sebaiknya pihak pengelola waduk juga bersinergi dengan pihak pengelola sungai terhadap kualitas air inlet sungai yang masuk ke Waduk Cirata.

*Kata kunci : beban organik, nitrogen, sungai, Waduk Cirata*

### 1. PENDAHULUAN

Waduk memiliki karakteristik yang berbeda dengan badan air lainnya. Waduk menerima masukan air secara terus menerus dari sungai yang mengalirinya. Bagian atas waduk menerima bahan organik dari aliran sungai dan kegiatan di waduk, dimana bahan organik ini mengendap sebagai sedimen dan mengalami penguraian (Freidl dan Wuest, 2010). Waduk Cirata sendiri menerima aliran dari inlet beberapa sungai, antara lain Sungai Citarum, Sungai Cikundul, Cihujung, Cihea, Cibodas, Cipeuyeum, Cisokan, Cidurang, Cibalagung, Cibolang, Cinangsi, Citamiang, Cilangkap, Cicendo, dan Cimeta.

Bahan organik merupakan salah satu pencemar yang dapat menyebabkan turunnya kualitas air di suatu badan air. Adanya kegiatan budidaya ikan dengan menggunakan Keramba Jaring Apung (KJA) menyebabkan semakin tingginya kandungan bahan organik di Waduk Cirata. Menurut Garno (2002), keberadaan KJA menyebabkan meningkatnya beban limbah organik ke dalam waduk sebanyak 145.334.000 kg/tahun. Disamping itu, menurut Irianto et al. (2012), adanya beban polutan organik yang berasal dari dalam maupun luar waduk dapat mempengaruhi kualitas air di waduk. Kualitas air dari inlet sungai juga dapat menentukan kualitas air di waduk.

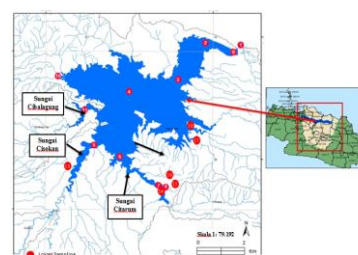
Senyawa nitrogen anorganik terlarut (*Dissolved Inorganic Nitrogen/DIN*) di perairan merupakan salah satu senyawa polutan yang berpotensi menimbulkan penyuburan pada perairan yang dapat menimbulkan gangguan sistem perairan. Senyawa tersebut di perairan terdapat dalam tiga bentuk utama yang berada dalam keseimbangan yaitu nitrat, nitrit dan amonium.

Keberadaan nitrogen di perairan sangat dipengaruhi oleh buangan limbah cair yang berasal dari kegiatan domestik, industri, dan pemupukan (Lestari, 2014).

Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui besarnya beban pencemaran nitrogen yang berasal dari aliran sungai yang masuk ke Waduk Cirata. Disamping itu, dari penelitian ini juga dapat diketahui tren kualitas air sungai yang masuk ke Waduk Cirata. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran pengaruh kualitas air sungai yang masuk ke waduk terhadap kualitas air waduk.

### 2. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah di Waduk Cirata yang terletak di Provinsi Jawa Barat. Waduk Cirata merupakan salah satu waduk dari kaskade tiga waduk DAS Citarum. Waduk Cirata terletak diantara dua waduk lainnya, yaitu Waduk Saguling dan Waduk Jatiluhur. Secara geografis, Waduk Cirata terletak pada  $107^{\circ} 14' 15'' - 107^{\circ} 22' 03''$  LS dan  $06^{\circ} 41' 30'' - 06^{\circ} 48' 07''$ . Luas wilayah Cirata adalah seluas 7.111 Ha dengan luas genangan sebesar 6.200 Ha.



**Gambar 1. Lokasi Penelitian**  
(Sumber: PPSDAL UNPAD, 2014)

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pengelola Waduk Cirata (BPWC) dari tahun 2011-2014. Jenis data yang dibutuhkan dalam perhitungan beban nitrogen ke waduk adalah konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat serta debit sungai. Kemudian data-data tersebut akan dihitung untuk mendapatkan konsentrasi total nitrogen sehingga akhirnya akan diperoleh beban nitrogen.

Konsentrasi total nitrogen dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Mihelcic, 1998):

$$\text{Total Nitrogen} = \left( \frac{[\text{NH}_3]}{\text{mol NH}_3} \times \text{mol N} \right) + \left( \frac{[\text{NO}_2]}{\text{mol NO}_2} \times \text{mol N} \right) + \left( \frac{[\text{NO}_3]}{\text{mol NO}_3} \times \text{mol N} \right) \quad (2.1)$$

Dimana:

$[\text{NH}_3]$  = konsentrasi amonia (mg/L)

$[\text{NO}_2]$  = konsentrasi nitrit (mg/L)

$[\text{NO}_3]$  = konsentrasi nitrat (mg/L)

Beban nitrogen dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Chapra, 1983):

$$W = [N] \times Q \quad (2.2)$$

Dimana:

W = beban nitrogen (kg/hari)

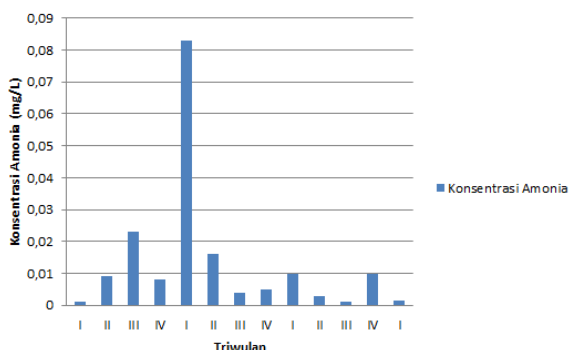
[N] = konsentrasi total nitrogen (mg/L)

Q = debit inlet aliran sungai (L/detik)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Tren Kualitas Air Sungai Citarum

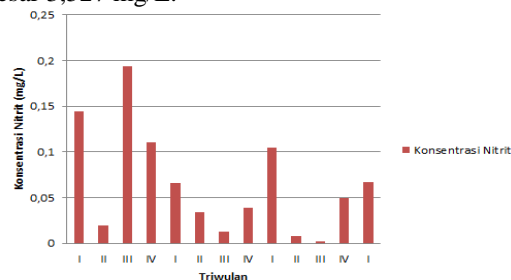
Berdasarkan data sekunder yang didapatkan dari BPWC, tren kualitas air dari inlet Sungai Citarum menunjukkan nilai yang berfluktuatif dari tahun ke tahun. Grafik konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat dapat dilihat pada **Gambar 1**, **Gambar 2** dan **Gambar 3**. Konsentrasi tertinggi amonia ditunjukkan pada triwulan I pada tahun 2012, yaitu sebesar 0,083 mg/L.



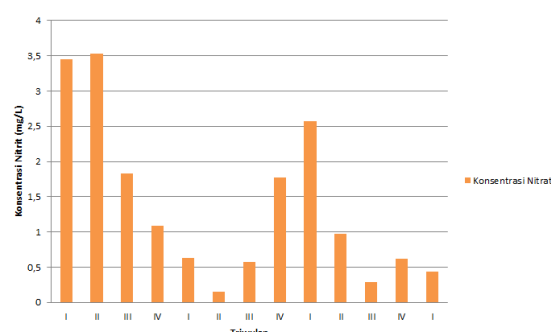
**Gambar 1. Grafik Konsentrasi Amonia dari Sungai Citarum (2011-2014)**

Adanya kandungan organik berupa amonia ini dapat menyebabkan berkurangnya nilai oksigen terlarut di dalam waduk. Amonia akan teroksidasi dan bereaksi menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat. Nilai nitrit

tertinggi terjadi pada triwulan III tahun 2011, yaitu sebesar 0,194 mg/L. Sedangkan nilai konsentrasi nitrat terbesar terjadi pada triwulan II tahun 2011, yaitu sebesar 3,527 mg/L.



**Gambar 2. Grafik Konsentrasi Nitrit dari Sungai Citarum (2011-2014)**



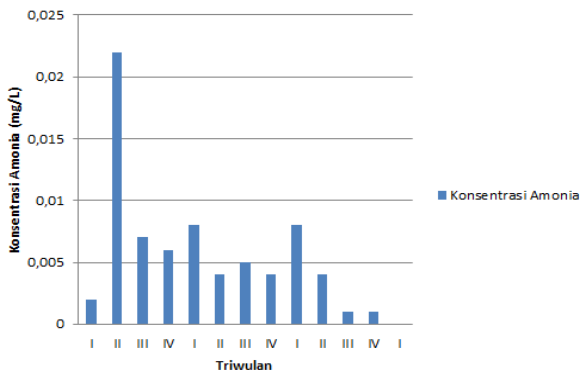
**Gambar 3. Grafik Konsentrasi Nitrat dari Sungai Citarum (2011-2014)**

#### 3.2 Tren Kualitas Air Sungai Cisokan

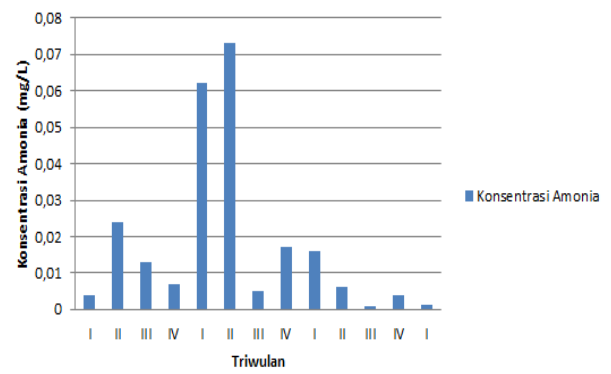
Sungai Cisokan juga berpotensi untuk menyumbangkan kadar amonia, nitrit dan nitrat ke dalam Waduk Cirata. Grafik konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat dapat dilihat pada **Gambar 4**, **Gambar 5** dan **Gambar 6**. Konsentrasi tertinggi amonia ditunjukkan pada triwulan II pada tahun 2012, yaitu sebesar 0,083 mg/L. Keberadaan nitrogen di perairan dapat berupa nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen anorganik di perairan terdiri dari ion nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), ammonia ( $\text{NH}_3$ ) dan molekul  $\text{N}_2$  yang larut dalam air. Kadar nitrogen yang tinggi dalam perairan dapat merangsang pertumbuhan alga secara tidak terkendali.

Konsentrasi nitrit terjadi pada triwulan III tahun 2011, yaitu sebesar 0,157 mg/L. Sedangkan nilai konsentrasi nitrat terbesar terjadi pada triwulan II tahun 2011, yaitu sebesar 6,287 mg/L. Nitrat adalah bentuk utama dari nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga.

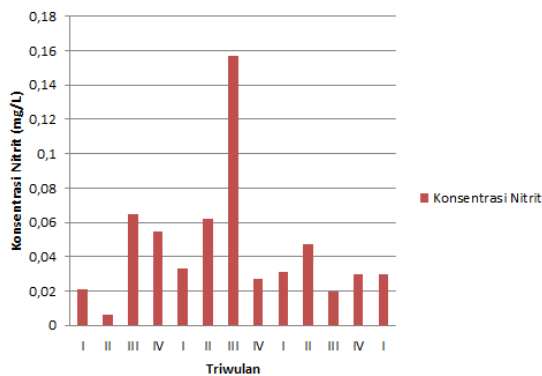
Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil, sedangkan nitrit biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit di perairan karena bersifat tidak stabil terhadap keberadaan oksigen. Senyawa nitrat dapat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Effendi, 2003).



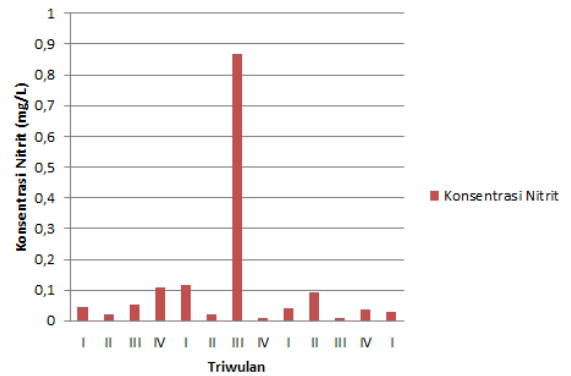
Gambar 4. Grafik Konsentrasi Amonia dari Sungai Cisokan (2011-2014)



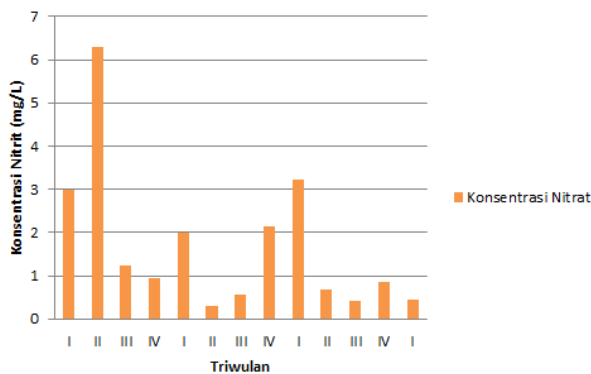
Gambar 7. Grafik Konsentrasi Amonia dari Sungai Cibalagung (2011-2014)



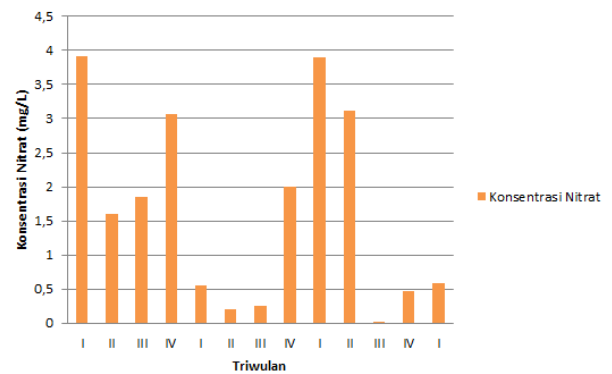
Gambar 5. Grafik Konsentrasi Nitrit dari Sungai Cisokan (2011-2014)



Gambar 8. Grafik Konsentrasi Amonia dari Sungai Cibalagung (2011-2014)



Gambar 6. Grafik Konsentrasi Nitrat dari Sungai Cisokan (2011-2014)



Gambar 9. Grafik Konsentrasi Amonia dari Sungai Cibalagung (2011-2014)

### 3.3 Tren Kualitas Air Sungai Cibalagung

Berdasarkan data sekunder yang didapatkan dari BPWC, tren kualitas air dari inlet Sungai Cibalagung juga menunjukkan nilai yang berfluktuatif dari tahun ke tahun. Grafik konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat dapat dilihat pada **Gambar 7**, **Gambar 8** dan **Gambar 9**. Konsentrasi tertinggi amonia ditunjukkan pada triwulan II pada tahun 2012, yaitu sebesar 0,073 mg/L. Konsentrasi nitrit terjadi pada triwulan III tahun 2011, yaitu sebesar 0,867 mg/L. Sedangkan nilai konsentrasi nitrat terbesar terjadi pada triwulan I tahun 2011, yaitu sebesar 3,91 mg/L.

Aliran masuk dari badan sungai yang masuk ke dalam wilayah studi berasal dari Sungai Citarum, Sungai Cisokan dan Sungai Cibalagung. Debit aliran masuk rata-rata dari ketiga sungai ini cenderung berfluktuatif dari tahun ke tahun. Data sekunder yang didapatkan dari BPWC dari tahun 2011 hingga awal 2014 menunjukkan debit aliran terbesar biasanya terjadi dalam rentang waktu pada bulan Juli hingga September. Debit aliran dari masing-masing sungai dapat dilihat pada **Tabel 1**, **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

**Tabel 1. Data Debit Sungai Citarum (2011-2014)**

Tahun	Debit Citarum (m <sup>3</sup> /detik)			
	Triwulan I	Triwulan II	Triwulan III	Triwulan IV
2011	51,39	72,27	46,59	89,76
2012	78,66	72	34,65	109,48
2013	126,77	161,86	77,47	78,67
2014	119,79			

Sumber: BPWC, 2014

**Tabel 2. Data Debit Sungai Cisokan (2011-2014)**

Tahun	Debit Cisokan (m <sup>3</sup> /detik)			
	Triwulan I	Triwulan II	Triwulan III	Triwulan IV
2011	11,4	26,57	5,6	20,97
2012	29,94	23,71	1,68	26,73
2013	39,46	33,33	17,77	22,07
2014	47,24			

Sumber: BPWC, 2014

**Tabel 3. Data Debit Sungai Cibalagung (2011-2014)**

Tahun	Debit Cibalagung (m <sup>3</sup> /detik)			
	Triwulan I	Triwulan II	Triwulan III	Triwulan IV
2011	2,51	2,25	0,86	2,63
2012	29,94	23,71	1,68	26,73
2013	2,58	0,31	0,26	1,87
2014	16,16			

Sumber: BPWC, 2014

### 3.4 Potensi Beban Pencemaran Nitrogen

Perhitungan potensi beban pencemaran oleh nitrogen sangat dibutuhkan untuk memprediksi massa nitrogen yang masuk dari inlet sungai ke Waduk Cirata. Salah satu pemanfaatan Waduk Cirata adalah untuk sarana budidaya ikan menggunakan sistem Keramba Jaring Apung, dimana senyawa nitrogen merupakan salah satu limbah yang akan dihasilkan dari kegiatan ini. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Garno (2002) menunjukkan bahwa keberadaan keramba jaring apung ini menyebabkan meningkatnya beban limbah organik ke dalam waduk sebanyak 145.334.000 kg per tahun.

Selain bersumber dari kegiatan budidaya ikan, nitrogen juga bersumber dari inlet sungai yang masuk ke Waduk Cirata. Beberapa sungai utama, yaitu Sungai Citarum, Sungai Cibalagung dan Sungai Cisokan mempunyai potensi untuk menyumbang kadar nitrogen ke Waduk Cirata dan dapat menambah beban pencemaran nitrogen pada waduk tersebut. Besaran beban nitrogen yang berasal dari inlet Sungai Citarum dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa beban nitrogen tertinggi ada pada triwulan I pada tahun

2013, yaitu di sekitar bulan Januari-Maret. Pada triwulan I tahun 2012 ini, konsentrasi total nitrogen lebih besar dan debit yang masuk dari Sungai Citarum juga lebih besar karena musim hujan. Hal ini menyebabkan beban nitrogen yang masuk menjadi lebih besar dibandingkan waktu yang lain.

**Tabel 4. Beban Nitrogen dari Inlet Sungai Citarum**

Thn	Triwulan	Total N (mg/L)	Q (L/detik)	W (kg/hari)
2011	I	0,824	51390	3657,958
	II	0,810	72270	5057,232
	III	0,492	46590	1980,034
	IV	0,286	89760	2220,131
2012	I	0,231	78660	1572,479
	II	0,059	72000	365,473
	III	0,138	34650	412,441
	IV	0,417	19480	702,634
2013	I	0,620	126770	6789,030
	II	0,226	161860	3158,667
	III	0,067	77470	447,897
	IV	0,163	78670	1111,002
2014	I	0,122	119790	1259,152
<b>Rata-Rata</b>				<b>2210,318</b>

Sungai berikutnya yang menyumbang debit cukup besar adalah Sungai Cisokan. Beban nitrogen tertinggi terjadi pada triwulan II pada tahun 2011. Debit yang ditunjukkan pada triwulan ke 2 tahun 2011 masih tergolong cukup besar dan disertai dengan konsentrasi total nitrogen yang tinggi yaitu 1,4 mg/L, maka beban nitrogen yang dihasilkan cukup tinggi adalah 3304,789 kg/hari. Besaran beban nitrogen yang berasal dari inlet Sungai Cisokan dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Beban Nitrogen dari Inlet Sungai Cisokan**

Thn	Triwulan	Total N (mg/L)	Q (L/detik)	W (kg/hari)
2011	I	0,683	11400	672,924
	II	1,440	26570	3304,789
	III	0,304	5600	147,071
	IV	0,238	20970	430,397
2012	I	0,464	29940	1201,333
	II	0,087	23710	179,087
	III	0,177	1680	25,724
	IV	0,493	26730	1138,932
2013	I	0,746	39460	2543,559
	II	0,170	33330	488,952
	III	0,102	17770	156,218
	IV	0,206	22070	393,584
2014	I	0,108	47240	442,787
<b>Rata-Rata</b>				<b>855,797</b>

Sungai Cibalagung memiliki debit aliran yang lebih kecil jika dibandingkan dengan Sungai Citarum dan Sungai Cisokan. Beban nitrogen terbesar terjadi pada triwulan IV tahun 2012, yaitu sebesar 1083,052 kg/hari. Besaran beban nitrogen yang berasal dari inlet Sungai Cisokan dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6. Beban Nitrogen dari Inlet Sungai Cibalagung**

Thn	Triwulan	Total N (mg/L)	Q (L/detik)	W (kg/hari)
2011	I	0,901	2510	195,286
	II	0,389	2250	75,699
	III	0,447	860	33,224
	IV	0,731	2630	166,217
2012	I	0,211	29940	544,671
	II	0,111	23710	228,138
	III	0,327	1680	47,486
	IV	0,469	26730	1083,052
2013	I	0,907	2580	202,161
	II	0,736	310	19,714
	III	0,006	260	0,138
	IV	0,122	1870	19,754
2014	I	0,144	16160	200,371
<b>Rata-rata</b>				<b>216,609</b>

#### 4. KESIMPULAN

Potensi beban pencemaran nitrogen dari inlet sungai ke Waduk Cirata terbesar berasal dari Sungai Citarum, yaitu dengan rata-rata 2210,318 kg/hari. Pencemaran yang terjadi di sepanjang aliran sungai akan sangat mempengaruhi kualitas air di Waduk Cirata. Beban pencemaran nitrogen yang disebabkan oleh kegiatan budidaya ikan di waduk tersebut menunjukkan angka yang sangat tinggi, ditambah lagi dengan beban nitrogen yang berasal dari inlet sungai dikhawatirkan akan semakin memperburuk keadaan kualitas air di Waduk Cirata.

Hal ini menunjukkan bahwa keadaan kualitas air pada Waduk Cirata tidak hanya dipengaruhi oleh faktor-faktor yang ada di Waduk Cirata seperti dari kegiatan keramba jaring apung, namun juga dipengaruhi oleh faktor-faktor yang ada di luar waduk seperti aliran air dari inlet sungai. Oleh karena itu, pendekatan secara sistemik sangat dibutuhkan dalam melihat suatu permasalahan lingkungan. Pengelolaan Waduk Cirata tidak bisa hanya berfokus pada kegiatan yang ada di Waduk Cirata saja, namun juga harus bersinergi dengan pihak pengelolaan Sungai Citarum, Sungai Cibalagung dan Sungai Cisokan. Dengan adanya pengelolaan secara holistik, maka diharapkan kualitas air waduk sebagai salah satu infrastruktur kota dalam aspek ketahanan air dapat dijaga kualitasnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Chapra, Steven.C., 1997. *Surface Water Quality Modelling*. Mc Graw Hill Book Inc, NewYork
- Friedl, G dan Wuest, A (2010): Human-Made Lakes and Reservoirs: The Impact of Physical Alterations. *Vol. III pp: 5-6*
- Garno, Yudhi Soetrisno (2002): *Beban Pencemaran Limbah Perikanan Budidaya dan Yutrofikasi Di Perairan Waduk pada DAS Citarum*. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 3, No. 2, Mei 2002: 112-120
- Irianto, Eko W., Triweko, R. Wahyudi dan Sudjono, Priana (2012): Simulation Analysis to Utilize Hypolimnetic Withdrawal Technique for Eutrophication Control in Tropical Reservoir (Case Study: Jatiluhur Reservoir, Indonesia. *International Journal of Environmental and Resources Vol. 1 Iss.2*
- Lestari, Febrianti. 2014. Sebaran Nitrogen Anorganik Terlarut di Perairan Pesisir Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau. *Jurnal Dinamika Maritim Volume IV (2) 88-96*
- Mihelcic, James R. 1998. *Fundamentals of Enviromental Engineering*. John Wiley & Sons, Inc. New York