

BIO-LIMNOLOGI WADUK KASKADE SUNGAI CITARUM, JAWA BARAT**Didik Wahyu Hendro Tjahjo^a & Sri Endah Purnamaningtyas^a****^aBalai Pemulihan Sumberdaya Ikan, Jatiluhur
Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan****ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sumber cemaran utama berdasarkan distribusi horizontal beberapa parameter kualitas air di hulu Sungai Citarum dan waduk kaskade. Pengamatan kualitas air ini dilakukan dengan metode pengambilan contoh air dengan metode terstratifikasi secara horisontal. Hasil penelitian menunjukkan bagian hulu Sungai Citarum dan waduk Kaskade mempunyai kecerahan 15 -134 cm, oksigen terlarut 1,36 -6,77 mg/L, nitrit 0,010-0,225 mg/L dan ortofosfat berkisar antara 0,109 – 1,568 mg/L. Kelimpahan fitoplankton berfluktuasi sepanjang perairan hulu Sungai Citarum dan waduk kaskade (38.815– 431.788 sel/L), dan didominasi oleh kelas Cyanophyceae dan Dinophyceae. Berdasarkan distribusi horizontal dari oksigen terlarut, nitrogen, dan fosfat menunjukan bahwa sumber utama degradasi kualitas air di waduk kaskade adalah masuknya bahan bahan cemaran dari hulu Sungai Citarum. Suatu kegiatan cepat dan terkoordinasi sangat diperlukan dalam rangka mengurangi dan mengendalikan masukan bahan cemaran di hulu Sungai Citarum. Bersamaan dengan upaya tersebut juga dilakukan pengurangan dan pengendalian jumlah unit KJA di Waduk Saguling, Cirata dan Ir.H. Djuanda secara bertahap, perbaikan sistem budidaya ikan yang ada.

Kata kunci: Kualitas air, degradasi perairan , perikanan, Sungai Citarum, waduk kaskade

ABSTRACTS

BIO-LIMNOLOGY OF CASCADE RESERVOIR IN CITARUM RIVER, WEST JAVA. *The aim of studies is to identify main source of pollution base on distribution of horizontal of some variable of waters quality upriver Citarum River and its Cascade Reservoir. The observation of waters quality done with stratified method of horizontally. Result of study indicated that upriver Citarum River and its Cascade Reservoir have transparency range from 15 - 134 cm, dissolve oxygen 1,36 - 6,77 mg/L, nitrit 0,010-0,225 mg/L and ortofosfat range from 0,109 - 1,568 mg/L. Abundance of fitoplankton were fluctuated as long as upriver Citarum River and its Cascade Reservoir (38.815- 431.788 sel/L), and predominated by class of Cyanophyceae and Dinophyceae. The base on distribution horizontally from dissolve oxygen, nitrogen, and phosphate showed that main source of degradation of waters quality in Cascase Reservoir was input of substance of pollution from upriver Citarum River. An activity quickly and coordination needed in order to lessening and controlling input of substance of pollution upriver Citarum River. The same time, the effort were also done by reduction and controlling number of KJA unit in Reservoir of Saguling, Cirata and Ir.H. Djuanda step by step, repair of fish aquaculture system.*

Key words: Waters quality, waters degradation, fisheries, Citarum River, Cascade River

PENDAHULUAN

Sungai Citarum memiliki panjang 270 kilometer, yang berhulu di Gunung Wayang, Kabupaten Bandung, melintasi beberapa wilayah kabupaten seperti Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Purwakarta dan bermuara di Jakarta, Bekasi dan Karawang. Sepanjang aliran Sungai Citarum terdapat 3 (tiga) waduk besar yang secara berurutan dari hulu yaitu Waduk Saguling, Cirata, dan Djuanda. Ketiganya dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air. Sedangkan Waduk Djuanda selain dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air, dimanfaatkan juga sebagai irigasi dan sumber bahan baku air minum untuk Kabupaten Purwakarta, Karawang, Bekasi dan DKI Jakarta.

Waduk Saguling, Cirata, dan Ir. H. Djuanda cukup potensial dan sangat mendukung kehidupan penduduk di sekitarnya (melalui kegiatan penangkapan dan budidaya ikan) (Tjahjo & Purnamaningtyas, 2007). Prospek pemanfaatan sumber daya ikan di waduk tersebut dalam jangka panjang tidak begitu menggembirakan. Hal tersebut disebabkan berbagai tekanan lingkungan terhadap kelestarian sumberdaya perairan, diantaranya limbah industri, perkotaan, pertanian, dan perikanan yang masuk ke perairan menyebabkan degradasi kualitas lingkungan (Sukimin, 2006; Tahjo & Suman, 2009), dan selanjutnya menimbulkan tinggi laju kematian bagi sumber daya ikan. Kondisi tersebut didukung dengan dinamika waduk kaskade yang khas, yaitu kualitas perairan di sebelah hilir sangat dipengaruhi oleh pengelolaan lingkungan perairan waduk di bagian hulu. Sehingga degradasi kualitas lingkungan waduk bagian hulu akan berpengaruh nyata terhadap kualitas perairan waduk bagian hilirnya.

Masalah utama dalam pengelolaan sumber daya waduk kaskade di sepanjang aliran Sungai Citarum adalah masalah

lingkungan, baik kuantitas maupun kualitas yang timbul akibat interaksi antara aktivitas ekonomi dan kelestarian sumber daya perairan. Jumlah dan intensitas eksploitasi sumber daya perairan yang semakin meningkat tersebut berdampak terhadap meningkat degradasi kualitas lingkungan. Bentuk degradasi kualitas lingkungan tersebut antara lain pencemaran, eutrofikasi, penurunan keanekaragaman hayati, pendangkalan (sedimentasi), penurunan produksi, dan lain-lain. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sumber cemaran utama berdasarkan distribusi horizontal beberapa parameter kualitas air Sungai Citarum bagian hulu dan waduk kaskadanya.

BAHAN DAN METODE

Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Pengamatan dilakukan pada 17 stasiun yang mewakili Sungai Citarum bagian hulu, Waduk Saguling, Waduk Cirata dan Waduk Ir. H. Djuanda.

Pemantauan kualitas air ini dilakukan dengan pencuplikan berkala contoh air dengan metode *stratified* horisontal dan vertikal (Nielsen & Johnson, 1985). Pengambilan contoh dilakukan di tujuh belas stasiun pengamatan dengan mempertimbangkan karakteristik perairan waduk secara umum (Ryding & Rast, 1989), yaitu: Wilayah Sungai Citarum bagian hulu: Mata Air Sungai Citarum (1), Pacet(2), Soreang(3), (4) Batujajar(4); Perairan Waduk Saguling: Maroko (5), Bunder (6), Dam Saguling (7); Perairan Waduk Cirata: Raja Mandala (8), Tegal Datar (9), Dam Cirata (10); Perairan Waduk Juanda: Parung Kalong (11), Sodong (12), Bojong (13), Jamaras (14), Kerenceng (15), Baras Barat (16), dan Dam Djuanda (17) (Gambar 1). Pengambilan contoh sampel air dilakukan empat kali setiap tahunnya selama tahun 2006 sampai 2009.

Parameter kualitas air yang diamati secara *in situ* meliputi, kecerahan, pH, oksigen terlarut dan karbon dioksida bebas, sedangkan parameter kualitas air yang dianalisa di laboratorium meliputi: ammonium, nitrit, dan orto fosfat. Metoda yang digunakan dalam analisis kualitas air tersebut tertera dalam Tabel 2. Data yang diperoleh dianalisa secara diskriptif dalam bentuk grafik.

Kelimpahan fitoplankton dinyatakan dalam jumlah individu per liter. Penentuan kelimpahan individu dilakukan dengan menggunakan metode *Lackey drop*

microtransect counting (APHA, 1989) dengan persamaan sebagai berikut:

$$N = n \times \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{1}{E}$$

keterangan :

N = jumlah total plankton

n = jumlah rata-rata total individu per lapang pandang

A = luas gelap penutup (mm²)

B = luas lapang pandang (mm²)

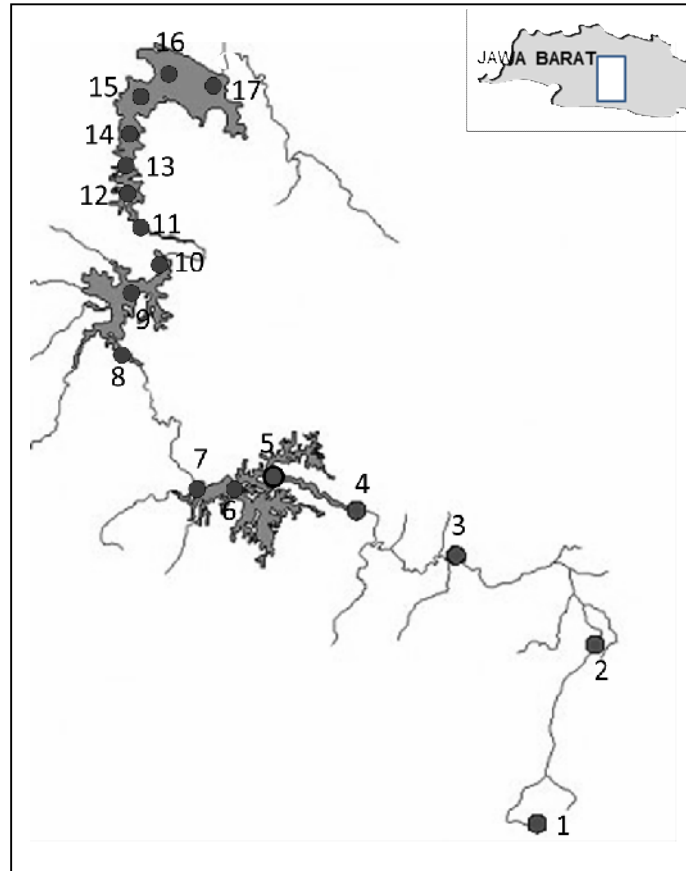
C = volume air terkonsentrasi (ml)

D = Volume air satu tetes (ml) dibawah gelas penutup

E = Volume air yang disaring (l)

Tabel 2. Metoda yang digunakan dalam pengamatan kualitas air di Waduk H Ir Djuanda

No (No)	Parameter (Parameter)	Satuan (unit)	Metoda dan Alat (Method and tool)
1	Kecerahan	cm	Insitu, Secchi disk
2	pH	Unit	Insitu, pH indicator
3	O ₂	mg/L	Insitu, Oxygen meter
4	CO ₂	mg/L	Insitu, Titrasi, Na ₂ CO ₃
5	N-NO ₂	mg/L	Laboratorium, Spectrofotometer, Brucine Sulfate
6	N-NH ₄	mg/L	Laboratorium, Spectrofotometer, Nessler
7	P-PO ₄	mg/L	Laboratorium, Spectrofotometer, Stanus chlorida



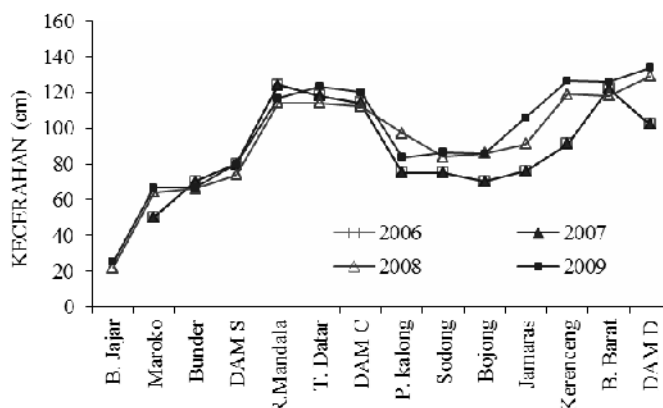
Gambar 1. Peta Waduk Kaskade di Sungai Citarum dan stasiun pengamatannya

Keterangan: Perairan Sungai Citarum bagian hulu: Mata Air Sungai Citarum (1), Pacet (2), Soreang (3), Batujajar (4); perairan Waduk Saguling: Maroko (5), Bunder (6), DAM Saguling (7), Raja Mandala (8); perairan Waduk Cirata: Tegal Datar (9), DAM Cirata (10); perairan Waduk Ir.H. Djuanda: Parung Kalong (11), (12) Sodong, (13) Bojong, (14) Jamaras, (15) Kerenceng, (16) Baras Barat, dan (17) DAM Juanda

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecerahan waduk kaskade Sungai Citarum periode tahun 2006-2009 berkisar antara 15 -134 cm dengan rata-rata 91 cm. Pola umum distribusi horizontal dari daerah Batujajar sampai DAM Waduk Cirata peningkatan kecerahan yang nyata. Selanjutnya dari DAM Waduk Cirata ke daerah Parung Kalong (Stasiun Pengamatan paling hulu dari Waduk Ir. H. Djuanda) menunjukkan kecerahan turun secara dratis

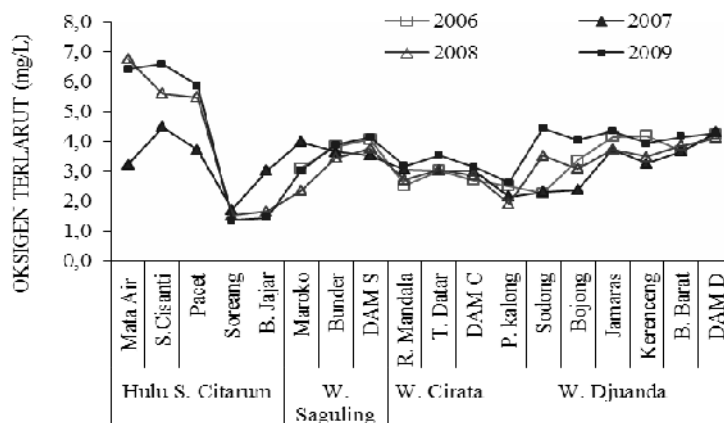
(Gambar 2). Daerah Parung Kalong hingga DAM Waduk Ir. H. Djuanda menunjukkan peningkatan kecerahan. Hal tersebut disebabkan oleh dua faktor, (1) kedalaman, dan (2) arus. Perairan yang lebih dangkal dan berarus lebih kuat, mempunyai peluang terjadinya pengadukan dasar perairan lebih tinggi, sehingga mempunyai kekeruhan yang lebih tinggi atau kecerahan lebih rendah. Hal tersebut berarti dengan pembangunan waduk tersebut dapat memperbaiki kualitas air.



Gambar 2. Kecerahan (cm) untuk masing-masing stasiun dan waktu pengamatan

Oksigen terlarut rata-rata di hulu Sungai Citarum dan waduk kaskadanya bekisar antara 1,36 -6,77 mg/L dengan rata-rata 3,51 mg/L. Menurut Swingle dalam Effendi (2003) kadar oksigen terlarut yang lebih kecil dari 0,3 mg/L hanya sedikit jenis ikan yang dapat bertahan hidup dan jika pada kisaran 1-5 mg/L ikan masih dapat bertahan hidup namun pertumbuhannya terganggu. Berdasarkan baku mutu air untuk kegiatan perikanan konsentrasi oksigen diharapkan lebih besar 3 mg/L (PP No. 82 Tahun 2001). Rendahnya konsentrasi oksigen terlarut tersebut disebabkan penguraian bahan organik yang berasal dari limbah bahan organik yang sangat tinggi, dimana laju produksi oksigen oleh fitoplankton lebih rendah daripada laju pemanfaatan oksigen oleh bakteri, zooplankton dan ikan.

Pola umum distribusi horizontal oksigen menunjukkan penurunan yang nyata di dua daerah, yaitu: (1) Soreang-Batu Jajar, dan (2) Dam-Parung Kalong (Gambar 3). Penurunan konsentrasi oksigen terlarut dari daerah Mata Air Sungai Citarum-Batu Jajar diduga disebabkan penguraian bahan organik yang berasal dari limbah perkotaan, industri dan pertanian. Penurunan oksigen di daerah Dam Waduk Saguling sampai Sodong, dan Baras Barat-Dam Djuanda disebabkan oleh penguraian bahan organik yang sebagian besar berasal dari limbah kegiatan budidaya ikan dalam KJA di perairan Waduk Cirata dan Ir. H. Djuanda (Sukimin, 2006; Tjahjo & Suman, 2009). Hal tersebut berarti dengan waduk kaskade ini mampu memperbaiki degradasi kualitas air dari sungai bagian hulu waduk kaskade tersebut.



Gambar 3. Distribusi horizontal oksigen terlarut (mg/L) menurut stasiun pengamatan dan waktu pengamatan

Nitrogen merupakan salah satu unsur yang penting bagi pertumbuhan tumbuhan air, dan berperan dalam pembentukan protein. Sumber senyawa nitrogen di perairan waduk atau danau terutama berasal dari limbah pertanian, limbah rumah tangga dan industri (Goldman & Horne, 1983). Konsentrasi nitrit di hulu Sungai Citarum dan waduk kaskadanya berkisar antara 0,010-0,225 mg/L dengan rata-rata 0,058 mg/L. Baku mutu perairan untuk nitrit (pertanian termasuk perikanan) konsentrasi nitrit diharapkan kurang dari 1 mg/L (PP No. 82 Tahun 2001). Secara umum berdasarkan konsentrasi nitritnya, perairan waduk kaskade tersebut masih layak untuk kehidupan dan perkembangan ikan dan organisme pakannya.

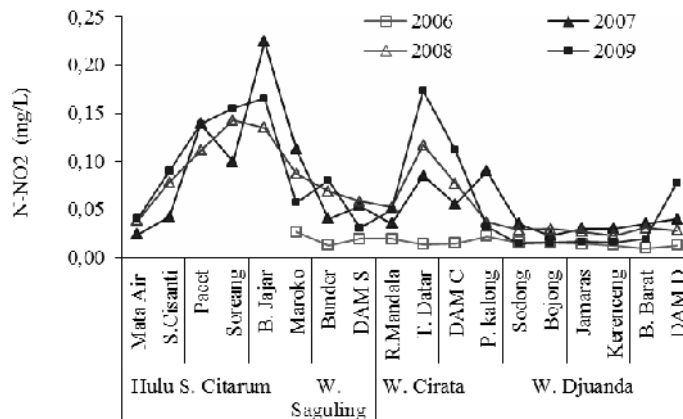
Pola distribusi horizontal nitrit (Gambar 4) pada hulu Sungai Citarum (dari stasiun Mata Air ke Batu Jajar) menunjukkan pola peningkatan, kemudian di wilayah Waduk Saguling (dari Batu Jajar-Dam Waduk Saguling) menurun sangat nyata. Selanjutnya dari Dam Saguling – Tegal Datar meningkat kembali secara nyata, dan kemudian menurun secara nyata hingga di Stasiun Sodong. Tingginya konsentrasi nitrit di daerah Pacet-Batu Jajar diduga bersumber dari kegiatan pertanian di bagian hulu Sungai Citarum, limbah industri dan perkotaan Kota Bandung. Sedangkan meningkatnya konsentrasi nitrit dari Dam Saguling hingga Tegal Datar diduga berasal dari limbah dari kegiatan budidaya ikan dalam keramba jaring apung di Waduk Cirata. Pada periode tahun 2006-2009 ada kecenderungan peningkatan konsentrasi nitrit sangat nyata di Waduk Cirata. Kondisi tersebut disebabkan bahan organik yang dihasilkan dari usaha budidaya ikan dalam

KJA, cenderung meningkat sangat nyata dari tahun ke tahun.

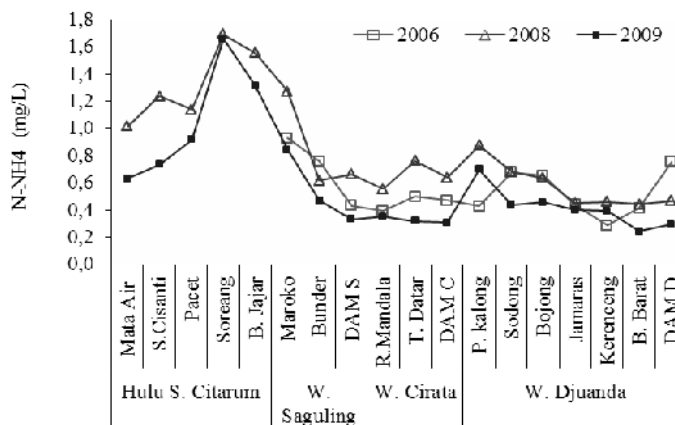
Unsur N dalam bentuk ammonia terionisasi (ammonium) dan nitrat sangat diperlukan oleh produksi primer untuk proses fotosintesa (Jørgensen, 1986), dipihak lain ammonia terionisasi di perairan membentuk keseimbangan dengan ammonia bebas dan keseimbangan tersebut sangat dipengaruhi oleh suhu dan pH (Boyd, 1990). Secara umum, kadar amonium di hulu Sungai Citarum dan waduk kaskadanya berkisar antara 0,244 – 1,693 mg/L. Konsentrasi ammonium tertinggi ada di stasiun pengamatan Soreang pada tahun 2008.

Secara umum, distribusi horizontal amonium menunjukan bahwa konsentrasi amonium yang tinggi ada di daerah hulu Sungai Citarum hingga stasiun Soreang-Batu Jajar (Gambar 5). Dari hasil pengamatan tersebut dapat ditarik kesimpulan yang sama seperti nitrit dan nitrat bahwa sumber utama nitrogen berasal dari eksternal atau aktivitas manusia di luar perairan waduk kaskade (seperti daerah pertanian, industri dan pemukiman atau perkotaan) lebih besar dibandingkan dari internal.

Ortofosfat merupakan salah satu bentuk persenyawaan fosfor yang terlarut dalam air yang dapat digunakan secara langsung oleh tumbuhan air dan fitoplankton tanpa pemecahan lebih lanjut. Kadar ortofosfat di perairan hulu Sungai Citarum dan waduk kaskade berkisar antara 0,109 – 1,568 mg/L dengan rata-rata 0,423 mg/L. Baku mutu air untuk ortofosfat (pertanian termasuk perikanan) tidak lebih dari 0,1 mg/L, Konsentrasi ortofosfat tertingginya ada di stasiun pengamatan Batu Jajar.



Gambar 4. Distribusi horizontal nitrit (mg/L) menurut stasiun dan waktu pengamatan

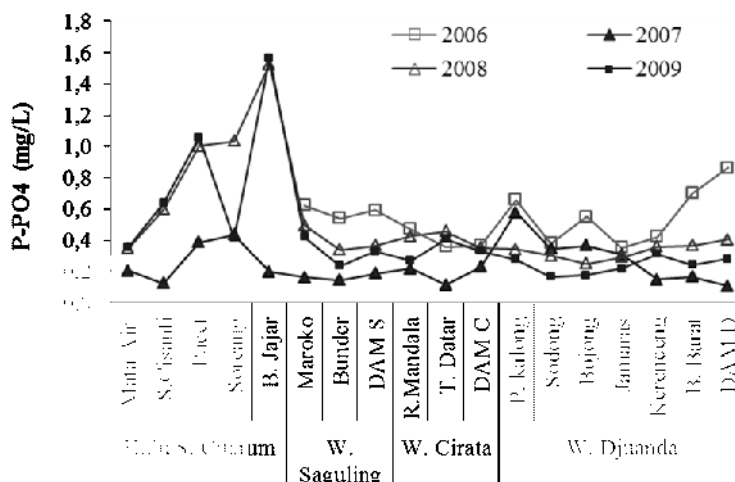


Gambar 5. Distribusi horizontal amonium (mg/L) menurut stasiun dan waktu pengamatan

istribusi horizontal ortofosfat di perairan mirip dengan distribusi horizontal amonium, dan nitrit, dimana konsentrasi amonium yang tinggi ada di daerah hulu Sungai Citarum (Gambar 6). Hasil pengamatan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa sumber utama unsur P (Posphat) berasal dari eksternal.

Ditinjau dari distribusi horizontal dari oksigen terlarut, nitogen, dan fosfat menunjukkan indikaksi atau patut diduga bahwa sumber utama cemaran di waduk kaskade berasal dari Sungai Citarum dibagian hulunya, yaitu berasal dari kegiatan industri, perumahan/pekotaan dan pertanian. Oleh karena itu dalam rangka memperbaiki dan menjaga kelestarian sumberdaya perairan dan usaha perikanan baik budidaya

maupun tangkapan ikan di waduk kaskade, maka diperlukan suatu kegiatan tepat dan terkoordinasi dalam mengurangi dan mengendalikan masukan bahan cemaran di hulu Sungai Citarum, yaitu masukan cemaran dari kegiatan industri, perumahan/perkotaan dan pertanian dari Kabupaten dan Kotamadya Bandung. Disamping itu, upaya tersebut perlu didukung dengan pengurangan dan pengendalian jumlah unit KJA di Waduk Saguling, Cirata dan Ir.H. Djuanda secara bertahap, perbaikan sistem budidaya ikan yang ada dengan sistem budidaya ikan yang ramah lingkungan, dan perbaikan sistem penangkapan ikan, serta upaya pemacuan stok ikan.

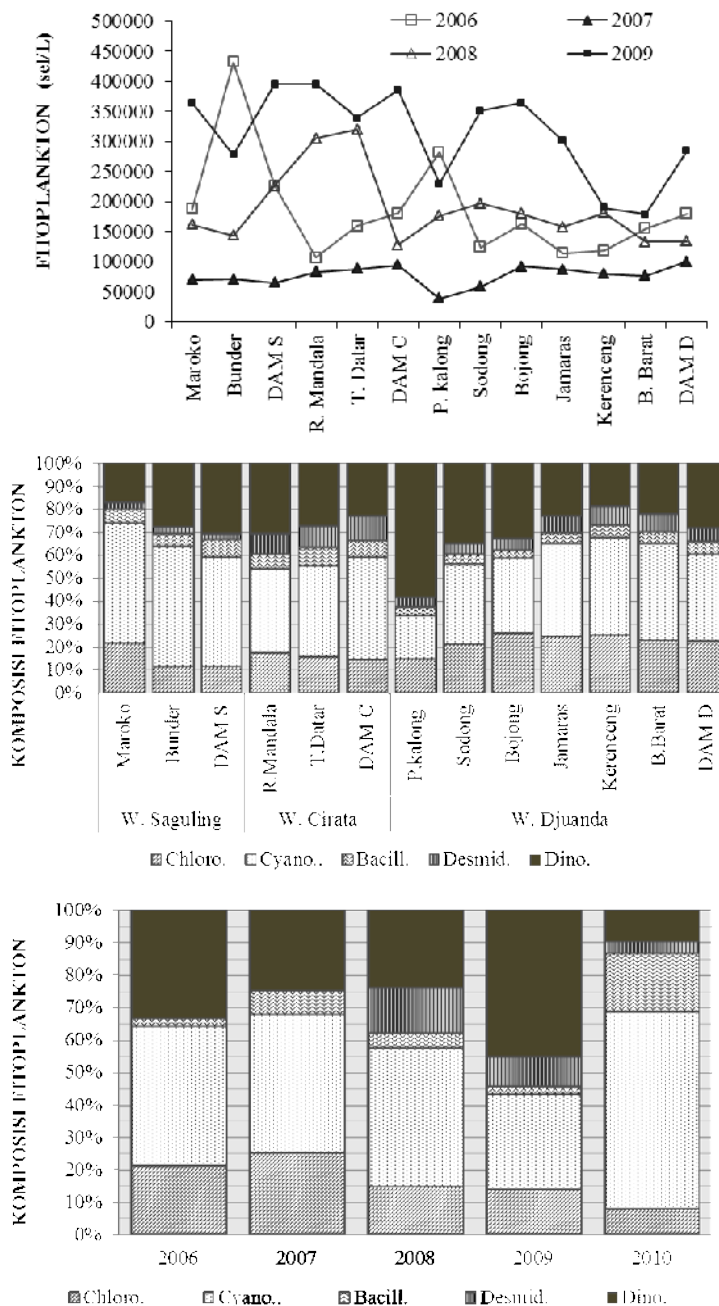


Gambar 6. Distribusi horizontal ortofosfat (mg/L) menurut stasiun dan waktu pengamatan

Kelimpahan fitoplankton berfluktuasi sepanjang perairan waduk kaskade dan sepanjang tahun pengamatan, yang berkisar antara 38.815– 431.788 sel/L (Gambar 7). Ada kecenderungan bagian hulu waduk kaskade Sungai Citarum (Waduk Saguling) dengan kualitas air relatif paling rendah, mempunyai kelimpahan fitoplankton yang paling tinggi dibandingkan waduk kaskade bagian hilir (Waduk Ir.H. Djuanda). Kelimpahan rata-rata fitoplankton terendah di Dam Waduk Ir.H. Djuanda pada tahun 2007, dan tertinggi di stasiun pengamatan Bunder (Waduk Saguling) pada tahun 2006. Berdasarkan pengamatan tersebut ada kecenderungan peningkatan kelimpahan yang nyata dari tahun 2006 – 2009. Peningkatan kelimpahan fitoplankton tersebut seiring dengan peningkatan budidaya ikan dalam KJA di Waduk Ir.H. Djuanda (Tjahjo & Purnamaningtyas, 2008), maupun Waduk Cirata.

Secara umum, komposisi kelas plankton di waduk kaskade didominasi oleh kelas Dinophyceae dan Cyanophyceae

(Gambar 7). Di Waduk Saguling, Cirata dan Ir. H. Djuanda, komposisi kelas plankton didominasi oleh kelas Cyanophyceae. Hal tersebut disebabkan kesediaan ortofosfat berlimpah sedangkan kesediaan Nitrogen terbatas, sehingga kelas yang berkembang pesat adalah kelas fitoplankton yang mampu mengambil Nitrogen dari udara, yaitu kelas Cyanophyceae (Ryding & Rast, 1989; Jørgensen, 1986). Berdasarkan komposisi fitoplankton setiap tahunnya, menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan dominasi dari kelas Dinophyceae (Gambar 7). Hal tersebut disebabkan di waduk kaskade tersebut konsentrasi bahan organik yang terlarut cenderung semakin tinggi (rata-rata Bahan Organik Total terlarut adalah 3,95 mg/L pada tahun 2006 (Tjahjo *et al.* 2006), 4,05 mg/L pada tahun 2007 (Tjahjo *et al.* 2007), 6,59 mg/L pada tahun 2008 (Tjahjo *et al.* 2008), dan 7,45 mg/L pada tahun 2009 (Tjahjo *et al.* 2009)) yang selaras dengan peningkatan jumlah unit KJA yang dikembangkan di perairan tersebut.



Gambar 7. Distribusi horizontal kelimpahan dan komposisi plankton berdasarkan stasiun dan waktu pengamatan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sungai Citarum bagian hulu dan waduk Kaskade mempunyai kecerahan berkisar antara 15 -134 cm, oksigen terlarut 1,36 -6,77 mg/L, nitrit 0,010-0,225 mg/L dan ortofosfat berkisar antara 0,109 – 1,568

mg/L. Kelimpahan fitoplankton berfluktuasi sepanjang perairan hulu Sungai Citarum dan waduk kaskadenya (38.815– 431.788 sel/L), dan didominasi oleh kelas Cyanophyceae dan Dinophyceae.

Berdasarkan distribusi horizontal dari oksigen terlarut, nitrogen, dan fosfat di

Sungai Citarum bagian hulu dan perairan waduk kaskadanya menunjukkan bahwa kualitas air terendahnya berada di Sungai Citarum bagian hulu, dan waduk kaskade berberan memperbaiki kualitas air tersebut.

Saran

Berdasarkan karakteristik kualitas airnya, dapat diduga sumber cemaran utama berasal dari daerah hulu Sungai Citarum. Oleh karena itu, dalam rangka memperbaiki dan menjaga kelestarian sumberdaya perairan dan usaha perikanan, baik budidaya ikan maupun tangkap ikan di waduk kaskade, maka diperlukan suatu kegiatan cepat dan terkoordinasi dalam mengurangi dan mengendalikan masukan bahan cemaran di hulu Sungai Citarum. Bersamaan dengan upaya tersebut juga dilakukan pengurangan dan pengendalian jumlah unit KJA di Waduk Saguling, Cirata dan Ir.H. Djuanda secara bertahap, perbaikan sistem budidaya ikan yang ada dengan sistem budidaya ikan yang ramah lingkungan, perbaikan sistem penangkapan ikan dan pengembangan pemacuan stok ikan.

DAFTAR PUSTAKA

APHA, 1989, Standard Method the Examination of Water and Wastewater. 15th edition. Washington, DC., Am. Public Health Ass., Am. Water Works Ass., 1134 p.

Boyd, E.C., 1990, Water Quality in Ponds for Aquaculture, Birmingham Publishing Co. Birmingham. 442 p.

Effendi, H., 2003, Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta.

Goldman, C.R., & A.J. Horne, 1983, Lymnology, McGraw Hill Int., Book Comp., London. 464 p.

Jørgensen, S.E., 1986, Fundamental of Ecological Modelling, Elsevier

Science Publishers B.V., Amsterdam.

Kimmel & George *dalam* Ryding & Rast, 1989.

Nielsen, L.A., & D.L. Johnson, 1985, Fisheries Techniques, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 468 p.

PP No. 82 Tahun 2001.

Ryding, S.O., & W. Rast (eds.), 1989, *The control of eutrophication of lake and reservoirs*. Man and the Biosphere Series. 314 p.

Sukimin, S., 2006, Kualitas Lingkungan Perairan Waduk Kaskade Sungai Citarum, SEAMEO BIOTROP. 17 P.

Tjahjo, D.W.H., & A. Suman, 2009, Pengelolaan Perikanan Waduk Saguling, Cirata, dan Ir.H. Djuanda, Jawa Barat, J. Kebijak. Perikan. Ind. Vol. 1 (2):

_____, & S.E. Purnamaningtyas, 2007, Evaluasi Keberhasilan Penebaran Ikan di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat, p. 205-214, Proseding Forum Nasional Pemacuan Sumberdaya Ikan I, Purwakarta.

_____, S.E. Purnamaningtyas, A. Suryandari, Y. Sugiyanti, & P. Rahmadi. 2007, Monitoring Sumber Daya Perikanan Waduk Kaskade Sungai Citarum, Jawa Barat, Laporan Kegiatan Riset Tahun 2007, Loka Riset Pemacuan Stok Ikan. Jatiluhur.

_____, S.E. Purnamaningtyas, A. Suryandari, Y. Sugiyanti, & P. Rahmadi. 2008, Bio-limnologi dan Hidrologi Waduk Kaskade Sungai Citarum, Jawa Barat, Laporan Kegiatan Riset Tahun 2008, Loka Riset Pemacuan Stok Ikan. Jatiluhur.

_____, S.E., Purnamaningtyas, Mujiyanto, Y. Sugiyanti, & P. Rahmadi. 2006, Monitoring Sumber Daya Perikanan Waduk Kaskade Sungai Citarum, Jawa Barat. Laporan

Kegiatan Riset Tahun 2006, Loka
Riset Pemacuan Stok Ikan. Jatiluhur.
_____, S.E., Purnamaningtyas, Y.
Sugiyanti, M.R.A. Putri & H.
Saifullah, 2009a, Bio-limnologi dan

Hidrologi Waduk Kaskade Sungai
Citarum, Jawa Barat, Laporan
Kegiatan Riset Tahun 2009, Balai
Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan.
Jatiluhur.